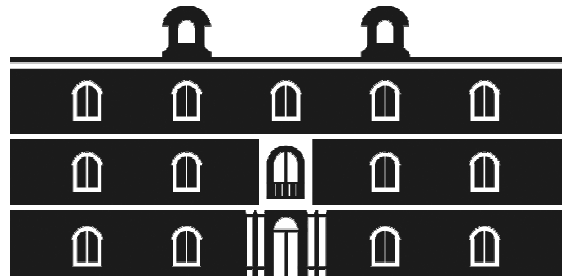




Universidad  
Politécnica  
de Cartagena



**industriales**  
etsii UPCT

# **ELECTRIFICACION DE UN POLIGONO RESIDENCIAL**

Promotor:  
**UNIVERSIDAD POLITECNICA DE  
CARTAGENA**

**BARRIO DE LOS DOLORES  
30310 CARTAGENA (Murcia)**

**ALUMNO:** ANTONIO ROMERO GARCIA

**TITULACION:** INGENIERIA TECNICO INDUSTRIAL

**INTENSIFICACION:** ELECTRICIDAD

**DIRECTOR:** AFREDO CONESA TEJERINA

**Septiembre / 2013**



## **1. MEMORIA**

1.1.- OBJETO DEL PROYECTO

1.2.- TITULARES DE LA INSTALACIÓN: AL INICIO Y AL FINAL

1.3.- USUARIOS DE LA INSTALACIÓN

1.4.- EMPLAZAMIENTO DE LA INSTALACIÓN

1.5.- DESCRIPCIÓN GENÉRICA DE LAS INSTALACIONES, USO Y POTENCIA

1.5.1.- RED DE BAJA TENSIÓN

1.5.2.- RED DE MEDIATENSIÓN

1.5.2.1.- Potencia máxima a transportar y criterios de cálculo

1.5.3.- CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

1.5.3.1.- Programa de necesidades y potencia instalada en kVA

1.6.- LEGISLACIÓN Y NORMATIVA APLICABLE

1.7.- PLAZO DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

1.8.- DESCRIPCIÓN DE LAS INSTALACIONES

1.8.1.- RED DE BAJA TENSIÓN

1.8.1.1.- Trazado

1.8.1.1.1.- Longitud

1.8.1.1.2.- Inicio y final de la línea

1.8.1.1.3.- Cruzamientos, paralelismos, etc

1.8.1.1.4.- Relación de propietarios afectados con dirección y D.N.I

1.8.1.2.- Puesta a Tierra y continuidad del neutro

1.8.2.- RED DE MEDIA TENSIÓN

1.8.2.1.- Trazado

1.8.2.1.1.- Puntos de entronque y final de línea

1.8.2.1.2.- Longitud

1.8.2.1.3.- Términos municipales afectados

1.8.2.1.4.- Relación de cruzamientos, paralelismos, etc

1.8.2.1.5.- Relación de propietarios afectados con dirección y D.N.I

1.8.2.2.- Materiales

1.8.2.2.1.- Conductores.

1.8.2.2.2.- Aislamientos



- 1.8.2.2.3.- Accesorios
- 1.8.2.2.4.- Protecciones eléctricas de principio y fin de línea
- 1.8.2.3.- Zanjas y sistema de enterramiento
  - 1.8.2.3.1.- Medidas de señalización y seguridad
- 1.8.2.4.- Puesta a Tierra
- 1.8.3.- Centros de Transformación
  - 1.8.3.1.- Generalidades
    - 1.8.3.1.1.- EDIFICIO DE TRANSFORMACIÓN: PFU-5/20
      - 1.8.3.1.1.1.- Características de los materiales
      - 1.8.3.1.1.2.- Características detalladas PFU-5/20
      - 1.8.3.1.1.3.- Instalación Eléctrica
      - 1.8.3.1.1.4.- Características de la Aparamenta de Media Tensión
      - 1.8.3.1.1.5.- Características Descriptivas de la aparamenta MT y Transformadores
      - 1.8.3.1.1.6.- Características Descriptivas de los Cuadros de Baja Tensión
      - 1.8.3.1.1.7.- Características del material vario de Media Tensión y Baja Tensión
      - 1.8.3.1.1.8.- Medida de la energía eléctrica
      - 1.8.3.1.1.9.- Unidades de protección, automatismo y control
      - 1.8.3.1.1.10.- Puesta a Tierra
      - 1.8.3.1.1.11.- Instalaciones secundarias
    - 1.8.3.1.2.- EDIFICIO DE TRANSFORMACIÓN: miniBLOK
      - 1.8.3.1.2.1.- Características de los Materiales
      - 1.8.3.1.2.2.- Instalación eléctrica
      - 1.8.3.1.2.3.- Características de la Aparamenta de Media Tensión
      - 1.8.3.1.2.4.- Características Descriptivas de la Aparamenta MT y Transformadores
      - 1.8.3.1.2.5.- Características Descriptivas de los Cuadros de Baja Tensión
      - 1.8.3.1.2.6.- Características del material vario de Media Tensión y Baja Tensión
      - 1.8.3.1.2.7.- Medida de la energía eléctrica
      - 1.8.3.1.2.8.- Unidades de protección, automatismo y control
      - 1.8.3.1.2.9.- Puesta a Tierra
      - 1.8.3.1.2.10.- Instalaciones secundarias



## **2. CALCULOS JUSTIFICATIVOS**

### **2.1.- CALCULOS ELECTRICOS RED DE BAJA TENSION**

- 2.1.1.- Previsión de potencia
- 2.1.2.- Intensidad
- 2.1.3.- Caída de Tensión
- 2.1.4.- Otras Características eléctricas
- 2.1.5.- Tablas de tendido y resultados de cálculos

### **2.2.- CALCULOS ELECTRICOS LINEA SUBTERRANEA DE MEDIA TENSION**

#### **2.2.1.- ACOMETIDA LSMT-CENTRO DE REPARTO**

- 2.2.1.1.- Previsión de potencia
- 2.2.1.2.- Intensidad y densidad de corriente
- 2.2.1.3.- Reactancia
- 2.2.1.4.- Caída de tensión
- 2.2.1.5.- Otras características eléctricas
- 2.2.1.6.- Tablas de resultado de cálculos
- 2.2.1.7.- Análisis de las tensiones transferibles al exterior por tuberías, railes, vallas, conductores de neutro, blindaje de cables, circuitos de señalización y de los puntos especialmente peligrosos y estudio de las formas de eliminación o reducción.

#### **2.2.2.- ANILLO DE MEDIA TENSION**

- 2.2.2.1.- Previsión de potencia
- 2.2.2.2.- Intensidad y densidad de corriente
- 2.2.2.3.- Reactancia
- 2.2.2.4.- Caída de tensión
- 2.2.2.5.- Otras características eléctricas
- 2.2.2.6.- Tablas de resultado de cálculos
- 2.2.1.7.- Análisis de las tensiones transferibles al exterior por tuberías, railes, vallas, conductores de neutro, blindaje de cables, circuitos de señalización y de los puntos especialmente peligrosos y estudio de las formas de eliminación o reducción.

#### **2.2.3.- ACOMETIDA CENTRO DE REPARTO-CENTRO DE ABONADO**

- 2.2.3.1.- Previsión de potencia
- 2.2.3.2.- Intensidad y densidad de corriente
- 2.2.3.3.- Reactancia
- 2.2.3.4.- Caída de tensión





2.2.3.5.- Otras características eléctricas

2.2.3.6.- Tablas de resultado de cálculos

2.2.3.7.- Análisis de las tensiones transferibles al exterior por tuberías, railes, vallas, conductores de neutro, blindaje de cables, circuitos de señalización y de los puntos especialmente peligrosos y estudio de las formas de eliminación o reducción.

## 2.3.- CALCULOS ELECTRICOS CENTRO DE TRANSFORMACION

### 2.3.1.- CENTRO DE TRANSFORMACION PFU/5

2.3.1.1.- Intensidad de Media Tensión

2.3.1.2.- Intensidad de Baja Tensión

2.3.1.3.- Cortocircuitos

2.3.1.3.1.- Observaciones

2.3.1.3.2.- Calculo de las intensidades de cortocircuito

2.3.1.3.3.- Cortocircuito en el lado de Media Tensión

2.3.1.3.4.- Cortocircuito en el lado de Baja Tensión

2.3.1.4.- Dimensionado del embarrado

2.3.1.4.1.- Comprobación por densidad de corriente

2.3.1.4.2.- Comprobación por sollicitación electrodinámica

2.3.1.4.3.- Comprobación por sollicitación térmica

2.3.1.5.- Protección contra sobrecargas y cortocircuitos

2.3.1.6.- Dimensionado de los puentes de M.T.

2.3.1.7.- Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación

2.1.3.8.- Dimensionado del pozo apagafuegos

2.1.3.9.- Calculo de las intensidades de puesta a tierra

2.1.3.9.1.- Investigación de las características del suelo

2.1.3.9.2.- Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto

2.1.3.9.3.- Diseño preliminar de la instalación de tierra

2.1.3.9.4.- Cálculo de la resistencia del sistema de tierra

2.1.3.9.5.- Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación

2.1.3.9.6.- Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación

2.1.3.9.7.- Cálculo de las tensiones aplicadas

2.1.3.9.8.- Investigación de las tensiones transferibles al exterior

2.1.3.9.9.- Corrección y ajuste del diseño inicial



### **3. PLIEGO DE CONDICIONES.**

#### **3.1.- RED DE BAJA TENSION**

##### **3.1.1.- Generalidades**

##### **3.1.2.- Calidad de los materiales: condiciones y ejecución**

###### **3.1.2.1.- Conductores: Tendido, empalmes, terminales, cruces y protecciones**

###### **3.1.2.2.- Accesorios**

###### **3.1.2.3.- Medidas eléctricas**

###### **3.1.2.4.- Obra civil**

###### **3.1.2.5.- Zanjais: Ejecución, tendido, cruzamientos, señalización y acabado**

##### **3.1.3.- Normas generales para la ejecución de las instalaciones**

##### **3.1.4.- Revisiones, inspecciones y pruebas periódicas**

##### **3.1.5.- Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad**

##### **3.1.6.- Revisiones, inspecciones y pruebas periódicas reglamentarias**

#### **3.2.- RED DE MEDIA TENSION**

##### **3.2.1.- Calidad de los materiales: condiciones y ejecución**

###### **3.2.1.1.- Conductores: Tendido, empalmes, terminales, cruces y protecciones**

###### **3.2.1.2.- Accesorios**

###### **3.2.1.3.- Obra civil**

###### **3.2.1.4.- Zanjais: Ejecución, tendido, cruzamientos, señalización y acabado**

##### **3.2.2.- Normas generales para la ejecución de las instalaciones**

#### **3.3.- CENTROS DE TRANSFORMACION**

##### **3.3.1.- Calidad de los materiales**

###### **3.3.1.1.- Obra civil**

###### **3.3.1.2.- Aparata de Media Tensión**

###### **3.3.1.3.- Transformadores de potencia**

###### **3.3.1.4.- Equipos de medida**

##### **3.3.2.- Normas de ejecución de las instalaciones**

##### **3.3.3.- Revisiones y pruebas reglamentarias al finalizar la obra**

##### **3.3.4.- Condiciones de uso, mantenimiento y seguridad**

##### **3.3.5.- Certificados y documentación**

##### **3.3.6.- Libro de órdenes**



## **4. PRESUPUESTO.**

### **4.1.- PRESUPUESTO PARCIAL**

4.1.1.- Cajas generales de protección

4.1.2.- Red eléctrica de Media tensión

4.1.3.- Red eléctrica de Baja tensión

4.1.4.- Centro de Transformación PFU 5/20

4.1.5.- Centros de Transformación miniBLOCK

### **4.2.- PRESUPUESTO TOTAL**

## **5. PLANOS.**

1.- SITUACION

2.- EMPLAZAMIENTO

3.- DETALLE ANILLOS C.T. 1

4.- DETALLE ANILLOS C.T. 2

5.- DETALLE ANILLOS C.T. 3

6.- DETALLE ANILLOS C.T. 4

7.- DETALLE ANILLOS C.T. DE REPARTO

8.- PLANTA GENERAL MT

9.- PLANTA GENERAL ZANJAS

10.- DETALLE ZANJAS 1

11.- DETALLE ZANJAS 2

12.- ESQUEMA UNIFILAR PFU 5/20

13.- ESQUEMA UNIFILAR miniBlock

14.- PLANTA Y ALZADO C.T. PFU 5/20

15.- PLANTA Y ALZADO C.T. miniBlock

16.- PUESTA A TIERRA PFU 5/20

17.- PUESTA A TIERRA miniBlock



Documento:

MEMORIA

Pág. núm.:

7

## **ANEXOS.**

A.- MEMORIA SEGURIDAD Y SALUD

B.- GESTION DE RESIDUOS

## **DOCUMENTACION TECNICA**

1. CABLES DE BAJA TENSION
2. CABLES DE MEDIA TENSION
3. CAJAS GENERALES DE PROTECCION Y MEDIDA
4. CENTRO DE TRANSFORMACION miniBlock
5. CENTRO DE TRANSFORMACION PFU 5/20

# 1. MEMORIA

*Proyecto:*

**ELECTRIFICACION DE UN POLIGONO RESIDENCIAL**

*Promotor:*

**UNIVERSIDAD POLITECNICA  
DE CARTAGENA**

*Ubicación:*

**Barrio de los Dolores**

*Fecha:*

**Sept / 2013**

*C.P. Población (Provincia):*

**30310 Cartagena (Murcia)**

**Antonio Romero García**  
Ingeniero Técnico Industrial  
Especialidad Electricidad





## **1.1.- Objeto del proyecto.**

El presente proyecto tiene por objeto el diseño de la red de distribución subterránea en baja tensión a 400 V, para suministro de energía eléctrica a las viviendas de tipo unifamiliar y colectivo, así como la alimentación de las zonas ajardinadas y de equipamientos social y educativo en la Superficie designada por el Departamento de Ingeniería Eléctrica en el término municipal de Cartagena.

El presente proyecto de instalación de línea subterránea en Baja Tensión, se redacta con objeto de exponer las condiciones técnicas y de seguridad necesarias para conseguir la correspondiente autorización de puesta en marcha para la instalación.

Para tal fin, se describirá en esta memoria las características esenciales y las condiciones bajo las cuales se realizará la instalación, y que son las correspondientes a la legislación vigente según el Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Complementarias.

## **1.2.- Titulares de la instalación: al inicio y al final.**

**INICIAL:** Universidad Politécnica de Cartagena.

**C.I.F.:** XX.XXX.XXX- X

**DOMICILIO:** C/ Doctor Fleming, s/n. C.P.: 30202 Cartagena (Murcia).

**FINAL:** IBERDROLA DISTRIBUCION ELECTRICA, S.A.U.

**C.I.F.:** A-95.975.578

**DOMICILIO:** Avda. de los Pinos, nº7, C.P.: 30.009 Murcia.

## **1.3.- Usuario de la instalación**

Iberdrola Distribución Eléctrica, S.A.U.

## **1.4.- Emplazamiento de la instalación**

El polígono residencial está ubicado en el barrio de Los Dolores perteneciente al término municipal de Cartagena, entre el polígono Santa Ana y el barrio Los Dolores.

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



COORDENADAS UTM: X= 675780  
Y= 4168592

## **1.5.- Descripción genérica de la instalación.**

### **1.5.1.-Red de Baja Tensión.**

Según el cálculo de potencias adjunto a este documento en **tabla I**, se proyectan cuatro centros de transformación de tipo mini-block (C.T.-1, C.T.-2, C.T.-3, C.T.-4) y un centro de transformación y reparto de tipo prefabricado interior (C.R.). Desde estos partirán las líneas subterráneas de alimentación a las diferentes parcelas, discurrendo por las manzanas comprendidas en las calles delimitadas por el ámbito de actuación.

La asignación de potencias para el dimensionamiento de los C.T y salidas de B.T. previstas, se ha realizado teniendo en cuenta las superficies y el uso de cada parcela, con previsión para poder cumplir en todo momento con las normativas de la empresa suministradora, en referencia sobre todo a las longitudes máximas, intensidades admisibles de las líneas y potencia de cortocircuito.

Se acompaña al final del documento la tabla I, donde se ha dimensionado la potencia total eléctrica de suministro en B.T. que será de 3.123'96 KW.

### **Potencia instalada.**

<i>PARCELA</i>	<i>POTENCIA</i>
1	101,20
2	682,90
3	696,15
4	184,00
5	220,80
6-A	156,40
6-B	128,80
7	294,40
8	220,80
9	211,60
EQUIPAMIENTO SOCIAL	43,40
EQUIPAMIENTO EDUCATIVO	75,51
JARDIN 1EL	22,90
JARDIN 2EL	20,90

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



JARDIN 3EL	11,60
JARDIN 4EL	12,60
ALUMBRADO VIALES	40,00
<b>TOTAL</b>	<b>3.123,96</b>

Se determinarán los anillos en R.S.B.T a ejecutar, asignando potencias y longitudes de los anillos abiertos en el punto de Máxima Caída de Tensión. Las secciones de los conductores empleados serán de:

- 3 x (1 x 240) + 1 x 150 mm<sup>2</sup> Al aislamiento XLPE 0'6/1 KV.
- 3 x (1 x 150) + 1 x 95 mm<sup>2</sup> Al aislamiento XLPE 0'6/1 KV.
- 3 x (1 x 95) + 1 x 50 mm<sup>2</sup> Al aislamiento XLPE 0'6/1 KV.

## 1.5.2.- Red de Media Tensión.

Se partirá de la Acometida LSMT enlazando con el centro de Reparto, a partir del cual se desarrollara un anillo de M.T. en instalación subterránea suministrando alimentación necesaria a los distintos C.T. que se encuentran en el interior del polígono residencial, también se dará servicio al C.T. de Abonado que se encuentra en el exterior de la parcela objeto de estudio.

### 1.5.2.1.- Potencia máxima a transportar y criterios de cálculo.

La línea en proyecto transportara la energía necesaria para alimentar a los centros de transformación previstos en la electrificación del conjunto de viviendas. Está previsto que la L.S.M.T. alimente a 5 centros de transformación, todos ellos de 400 kVA, por lo tanto la potencia máxima a transportar será de 2000 kVA.

En función de esta potencia total escogeremos el conductor más apropiado para el diseño y obtendremos la Potencia Máxima a Transportar. Todo el proceso de cálculo será realizado en el apartado referente a los cálculos eléctricos justificativos.

## 1.5.3.- Centros de transformación.

Los Centros objeto de este proyecto son de Compañía, y tienen por lo tanto la función de suministrar energía sin medición de la misma en Baja Tensión. La energía será suministrada por la compañía Iberdrola Distribución Eléctrica, S.A.,

Memoria	
ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL	
Promotor:	Ubicación:
U.P.C.T.	Barrio de los Dolores
Fecha:	C.P. Localidad (Provincia):
Sept / 2013	30310 Cartagena (Murcia)





a la tensión de 20 Kv, trifásica y frecuencia de 50 Hz, siendo la acometida a las celdas por medio de cables subterráneos.

Los tipos generales de equipos de MT empleados en este proyecto son:

Centro de Transformación PFU:

- CGMcosmos: Celdas modulares de aislamiento y corte en gas, extensibles in situ a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.

Centro de transformación MINIBLOK

- CGMcosmos: Celdas modulares de aislamiento y corte en gas, extensibles in situ a derecha e izquierda, sin necesidad de reponer gas.

### 1.5.3.1.- Programa de necesidades y potencia instalada en kVA.

Se precisa el suministro de energía a una tensión de 230 V, con una potencia máxima simultánea de 3.193,96 kW.

$$PCT(KVA) = \frac{3123,96 \times 0,4}{0,9} = 1.388,43$$

De acuerdo a los requerimientos de potencia y a las redes de B.T. proyectadas se ejecutaran los siguientes Centros de Transformación prefabricados:

Nº de C.T.	Potencia de Trafos(kVA)	Prefabricado
C.T. 1	400	miniBLOK
C.T. 2	400	miniBLOK
C.T. 3	400	miniBLOK
C.T. 4	400	miniBLOK
C.R.	400	PFU-5

### 1.6.- Legislación y Normativa aplicable.

La reglamentación a cumplir es la siguiente:

- Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Complementarias.
- Real Decreto 1955/2000, de 1 de Diciembre, por el que se regulan las actividades de transporte, distribución, comercialización, suministro y procedimientos de autorización de instalaciones de energía eléctrica.
- Normas particulares y de normalización de Iberdrola.

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



- Ordenanzas municipales del Ayuntamiento de Cartagena.
- Contenido mínimos en proyectos, Resolución de 3 de julio de 2003, de la Dirección General de Industria, Energía y Minas, por la que se aprueban los contenidos esenciales de determinados proyectos y el modelo de certificado como consecuencia de la aprobación por el real decreto 842/2002, de 2 de Agosto, del Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión.
- Reglamento sobre condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- Instrucciones Técnicas Complementarias del Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación.
- Real Decreto 223/2008 de 15 de Febrero, por el que se aprueba el nuevo Reglamento sobre condiciones técnicas y garantías de seguridad en líneas eléctricas de alta tensión y sus Instrucciones Técnicas Complementarias ITCLAT 01 A 09.
- Normas UNE y normas EN.
- Autorización de Instalaciones Eléctricas. Aprobado por Ley 40/94, de 30 de Diciembre, B.O.E. de 31-12-1994.
- Ordenación del Sistema Eléctrico Nacional y desarrollos posteriores. Aprobado por Ley 40/1994, B.O.E. 31-12-94.
- Real Decreto 614/2001, de 8 de Junio, sobre disposiciones mínimas para la protección de la salud y seguridad de los trabajadores frente al riesgo eléctrico. Condiciones impuestas por los organismos Públicos afectados.
- Ley de Regulación del Sector Eléctrico, Ley 54/1997 de 27 de Noviembre.
- Orden de 13-03-2002 de la Consejería de Industria y Trabajo por la que se establece el contenido mínimo en proyectos de industrias y de instalaciones industriales.
- NTE-IEP. Norma tecnológica del 24-03-73, para Instalaciones eléctricas de Puesta a Tierra.
- Condiciones impuestas por los Organismos Públicos afectados.
- Cualquier otra normativa y reglamentación de obligado cumplimiento para este tipo de instalaciones.
- Ley 31/1995, de 8 de Noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales.
- Real Decreto 1627/1997 de 24 de Octubre de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras.
- Real Decreto 485/1997 de 14 de Abril de 1997, sobre Disposiciones mínimas en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo
- Real Decreto 1215/1997 de 18 de Julio de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud para la utilización por los trabajadores de los equipos de trabajo.

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



- Real Decreto 773/1997 de 30 de Mayo de 1997, sobre Disposiciones mínimas de seguridad y salud relativas a la utilización por los trabajadores de equipos de protección individual.

**NORMAS Y RECOMENDACIONES DE DISEÑO DE LOS EDIFICIOS PARA LOS CENTROS DE TRANSFORMACION:**

- **CEI 61330 UNE-EN 61330**, Centros de Transformación prefabricados.
- **RU 1303A**, Centros de Transformación prefabricados de hormigón
- **NBE-X**. Normas Básicas de la edificación.

**NORMAS Y RECOMENDACIONES DE DISEÑO DE LA APARAMENTA ELECTRICA:**

- **CEI 60694 UNE-EN 60694**, estipulaciones comunes para las normas de aparamenta de Alta Tensión.
- **CEI 61000-4-X UNE-EN 61000-4-X**, Compatibilidad electromagnética (CEM). Parte 4: Técnicas de ensayo y medida.
- **CEI 60298 UNE EN 60298**, Aparamenta bajo envolvente metálica para corriente alterna de tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores o iguales a 52 kV.
- **CEI 60129 UNE-EN 60129**, Seccionadores y seccionadores de puesta a tierra de corriente alterna.
- **RU 6407B**, Aparamenta prefabricada bajo envolvente metálica con dieléctrico de Hexafloruro de Azufre SF6 para Centros de Transformación de hasta 36 kV.
- **CEI 60265-1 UNE-EN 60264-1**, Interruptores de Alta Tensión. Parte 1: Interruptores de Alta Tensión para tensiones asignadas superiores a 1 kV e inferiores a 52 kV.
- **CEI 60420 UNE-EN 60420**, Combinados interruptor – fusible de corriente alterna para Alta Tensión.

**NORMAS Y RECOMENDACIONES DE DISEÑO DE TRANSFORMADORES:**

- **CEI 60076-X UNE-EN 60076-X**, Transformadores de potencia.
- **UNE 20101-X-X**, Transformadores de potencia

**NORMAS Y RECOMENDACIONES DE DISEÑO DE TRANSFORMADORES (ACEITE):**

- **RU 5201D**, Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en Baja Tensión.
- **UNE 21428-X-X**, Transformadores trifásicos sumergidos en aceite para distribución en Baja Tensión de 50 kVA a 2.500 kVA, 50 Hz, con tensión más elevada para el material de hasta 36 kV.

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



## 1.7.- Plazo de ejecución de las instalaciones.

El plazo previsto para la duración de los trabajos es de 6 meses.

## 1.8.- Descripción de las instalaciones.

### 1.8.1.- Red de Baja Tensión.

Se ejecutaran diversos anillos en red subterránea bajo acera directamente en arena, bajo calzada con tubos hormigonados.

#### 1.8.1.1.- Trazado.

Bajo acera enterrado y bajo calzada entubado.

##### 1.8.1.1.1.- Longitud.

CT	LONG. ANILLO 1 (m)	LONG. ANILLO 2 (m)
1	166	370
2	437	359
3	233	277
4	552	501
REPARTO	460	431

##### 1.8.1.1.2.- Inicio y final de línea.

**INICIO:** Cuadros de Baja Tensión de los Centros de Transformación de Distribución.

**FINAL:** CGP, distribuidos en las diferentes parcelas.

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



### 1.8.1.1.3.- Cruzamientos, paralelismos, etc.

#### Cruzamientos:

Se evitara cruzamientos con L.S.M.T. y alcantarillado, solo con las calles. Si en algún punto se cruzase con la red general de alcantarillado, este cruce se realizara entubado al igual que el de calzadas y se procurara que sea siempre por encima de las mismas.

- Calles y Carreteras: Los conductores se colocaran en conductos protectores recubiertos de hormigón a una profundidad mínima de 0.8 metros.
- Otros conductores de energía: En los cruzamientos de los conductores con otros de Alta Tensión la distancia entre ellos deberá de ser como mínimo de 0,25m.
- Con Canalizaciones de Agua: Los conductores se mantendrán a una distancia mínima de estas canalizaciones de 0,20 m.

#### Canalizaciones:

Los cables irán directamente enterrados y por ello, para las canalizaciones deben tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

1. La canalización discurrirá por terrenos de dominio público bajo acera, siempre que sea posible, no admitiéndose su instalación bajo calzada excepto en los cruces, evitando los ángulos pronunciados. La longitud de la canalización será la más corta posible, a no ser que se prevea la instalación futura de un nuevo abonado alimentado con la misma línea.
2. El radio de curvatura después de colocado el cable será como mínimo 10 veces el diámetro exterior.
3. Los cruces de las calzadas deberán de ser perpendiculares, procurando evitarlos si es posible.
4. Los cables se alojara en zanjas de 0,80 m de profundidad mínima y una anchura que permita las operaciones de apertura y tendido, con un valor mínimo de 0,35 m.

En el fondo de la zanja se colocara una capa de arena de río de un espesor de 10 cm en el lecho de la zanja, sobre la que se colocaran los cables a instalar, que se cubrirán con otra capa de idénticas características con un espesor mínimo de 10 cm, sobre esta capa se colocara una protección mecánica, que se tapara con 25 cm de zahorra o tierras de la propia excavación, apisonada por medios manuales. Se cuidara que esta capa de tierra este exenta de piedras o cascotes.

La protección mecánica estará constituida por un TUBO DE PVC de 160 mm. Cuando haya más de una línea se colocara un tubo y una placa de protección

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



para ofrecer resistencia mecánica al conjunto. Finalmente se construirá el pavimento si lo hubiera, del mismo tipo y calidad del existente antes de realizar la apertura.

#### Canalización entubada.

En estas canalizaciones el cable ira entubado en todo o gran parte de su trazado. Estarán constituidos por tubos termoplásticos, hormigonados y debidamente enterrados en zanja. Las características de estos tubos serán las establecidas en las NI 52.95.02 y NI 52.95.03.

El diámetro interior de los tubos será 1,5 veces el cable y como mínimo de 100 mm. En cada uno de los tubos se instalara un solo circuito. Se evitara en lo posible los cambios de dirección de los tubulares. En los puntos donde estos se produzcan se dispondrán de arquetas registrables o cerradas, para facilitar la manipulación. Las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas por sus extremos, a la entrada de la arqueta.

La zanja tendrá una anchura mínima de 35 cm para la colocación de un tubo recto de 160 mm Ø, aumentando la anchura den función del número de tubos a instalar. Las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas por sus extremos, a la entrada de la arqueta, el sellado de los tubos ocupados se realizara con espuma de poliuretano o cualquier otro procedimiento autorizado por Iberdrola. Los tubos podrán ir colocados en uno, dos, o tres planos y con una separación entre ellos de 2 cm, tanto en su proyección vertical como horizontal, la separación entre tubos y paredes de zanja deberá ser de 5 cm.

La profundidad de la zanja dependerá del número de tubos, pero será la suficiente para que los situados en el plano superior queden a una profundidad de 60 cm, tomada desde la rasante del terreno a la parte superior del tubo.

En los casos de tubos de distintos tamaños, se colocaran de forma que los de mayor diámetro ocupen el plano inferior y los laterales. En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocara una solera de limpieza de 5 cm de espesor de hormigón H-200, sobre la que se depositaran los tubos dispuestos por planos. A continuación se colocara otra capa de hormigón H-200 con un espesor de 10 cm por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.

Y por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el espesor del pavimento, para este relleno se utilizara hormigón H-200, evitando que se produzca discontinuidad del cimiento debido a la colocación de las piedras, si no hay piedra disponible se utilizara hormigón H-250.

#### Empalmes y conexiones:

Memoria	
ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL	
Promotor:	Ubicación:
U.P.C.T.	Barrio de los Dolores
Fecha:	C.P. Localidad (Provincia):
Sept / 2013	30310 Cartagena (Murcia)



Los empalmes y conexiones de los conductores subterráneos se efectuarán siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento. Así mismo deberá quedar perfectamente asegurada su estanqueidad y resistencia contra la corrosión que puede originar el terreno.

#### **1.8.1.1.4.- Relación de propietarios afectados con dirección y D.N.I.**

Discorre por acera y vía pública no habiendo propietarios afectados.

#### **1.8.1.2.- Puesta a Tierra.**

El conductor neutro de las redes subterráneas de distribución pública, se conectará a tierra en el centro de transformación en la forma prevista en el Reglamento Técnico de Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación; fuera del centro de transformación se conectará a tierra en otros puntos de la red, con objeto de disminuir su resistencia global a tierra, según Reglamento de Baja Tensión.

El neutro se conectará a tierra a lo largo de la red, en todas las cajas generales de protección o en las cajas de seccionamiento o en las cajas generales de protección y medida, consistiendo dicha puesta a tierra en una pica, unida al borne del neutro mediante un conductor aislado de 50 mm<sup>2</sup>. De Cu., como mínimo. El conductor neutro no podrá ser interrumpido en las redes de distribución.

#### **1.8.2.- Red de Media Tensión.**

##### **1.8.2.1.- Trazado.**

La línea discurrirá por terrenos de dominio público pertenecientes al término municipal de Cartagena, su disposición será bajo la acera con conductores directamente enterrados.

- 1- L.S.M.T. desde la acometida hasta el Centro de Reparto.
- 2- L.S.M.T. en anillo conectando todos los Centros de Transformación.
- 3- L.S.M.T. desde el Centro de Reparto hasta el centro de abonado.

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



### 1.8.2.1.1.- Puntos de entronque y final de línea.

- 1.- La conexión a la red de Iberdrola se realizara en el punto señalado en el plano de emplazamiento e indicado por Iberdrola en su carta de punto de conexión en la LSMT, y su punto final estará ubicado en el Centro de Reparto (PFU-5/20). La conexión a la red de Iberdrola se realizara mediante dos juegos de empalmes de aislamiento seco.
- 2.- Para el diseño del anillo, su punto de inicio y final será el Centro de Reparto (PFU - 5/20), pasando por los distintos centros de transformación, ubicados en el interior de la parcela, objeto de estudio, para su electrificación.
- 3.- Su punto de salida será desde el Centro de Reparto (PFU-5/20) hasta el centro de abonado situado en la parte exterior del proyecto objeto del estudio.

### 1.8.2.1.2.- Longitud.

TRAMO	INICIO	FINAL		LONGITUD
1	E/S-LSMT	C.R.		285
2	C.R.	C.ABONADO		336
3	C.R.	C.R.		1033
3.1	C.R.	C.T.4	197	
3.2	C.T.4	C.T.3	264	
3.3	C.T.3	C.T.1	111	
3.4	C.T.1	C.T.2	244	
3.5	C.T.2	C.R.	217	
		TOTAL LONGITUD		1654

### 1.8.2.1.3.- Términos municipales afectados.

Cartagena.

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)





### 1.8.2.1.4.- Relación de cruzamientos y paralelismos.

#### Cruzamientos:

Se evitara cruzamientos con L.S.M.T. y alcantarillado, solo con las calles. Si en algún punto se cruzase con la red general de alcantarillado, este cruce se realizara entubado al igual que el de calzadas y se procurara que sea siempre por encima de las mismas.

- Calles y Carreteras: Los conductores se colocaran en conductos protectores recubiertos de hormigón a una profundidad mínima de 0.8 metros.
- Otros conductores de energía: En los cruzamientos de los conductores con otros de Alta Tensión la distancia entre ellos deberá de ser como mínimo de 0,25m.
- Con Canalizaciones de Agua: Los conductores se mantendrán a una distancia mínima de estas canalizaciones de 0,20 m.

#### Canalizaciones:

Los cables irán directamente enterrados y por ello, para las canalizaciones deben tenerse en cuenta las siguientes consideraciones:

5. La canalización discurrirá por terrenos de dominio público bajo acera, siempre que sea posible, no admitiéndose su instalación bajo calzada excepto en los cruces, evitando los ángulos pronunciados. La longitud de la canalización será la más corta posible, a no ser que se prevea la instalación futura de un nuevo abonado alimentado con la misma línea.
6. El radio de curvatura después de colocado el cable será como mínimo 10 veces el diámetro exterior.
7. Los cruces de las calzadas deberán de ser perpendiculares, procurando evitarlos si es posible.
8. Los cables se alojara en zanjas de 0,80 m de profundidad mínima y una anchura que permita las operaciones de apertura y tendido, con un valor mínimo de 0,35 m.

En el fondo de la zanja se colocara una capa de arena de río de un espesor de 10 cm en el lecho de la zanja, sobre la que se colocaran los cables a instalar, que se cubrirán con otra capa de idénticas características con un espesor mínimo de 10 cm, sobre esta capa se colocara una protección mecánica, que se tapara con 25 cm de zahorra o tierras de la propia excavación, apisonada por medios manuales. Se cuidara que esta capa de tierra este exenta de piedras o cascotes.

La protección mecánica estará constituida por un TUBO DE PVC de 160 mm. Cuando haya más de una línea se colocara un tubo y una placa de protección

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



para ofrecer resistencia mecánica al conjunto. Finalmente se construirá el pavimento si lo hubiera, del mismo tipo y calidad del existente antes de realizar la apertura.

#### Canalización entubada.

En estas canalizaciones el cable ira entubado en todo o gran parte de su trazado. Estarán constituidos por tubos termoplásticos, hormigonados y debidamente enterrados en zanja. Las características de estos tubos serán las establecidas en las NI 52.95.02 y NI 52.95.03.

El diámetro interior de los tubos será 1,5 veces el cable y como mínimo de 100 mm. En cada uno de los tubos se instalara un solo circuito. Se evitara en lo posible los cambios de dirección de los tubulares. En los puntos donde estos se produzcan se dispondrán de arquetas registrables o cerradas, para facilitar la manipulación. Las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas por sus extremos, a la entrada de la arqueta.

La zanja tendrá una anchura mínima de 35 cm para la colocación de un tubo recto de 160 mm Ø, aumentando la anchura den función del número de tubos a instalar. Las canalizaciones entubadas deberán quedar debidamente selladas por sus extremos, a la entrada de la arqueta, el sellado de los tubos ocupados se realizara con espuma de poliuretano o cualquier otro procedimiento autorizado por Iberdrola. Los tubos podrán ir colocados en uno, dos, o tres planos y con una separación entre ellos de 2 cm, tanto en su proyección vertical como horizontal, la separación entre tubos y paredes de zanja deberá ser de 5 cm.

La profundidad de la zanja dependerá del número de tubos, pero será la suficiente para que los situados en el plano superior queden a una profundidad de 60 cm, tomada desde la rasante del terreno a la parte superior del tubo.

En los casos de tubos de distintos tamaños, se colocaran de forma que los de mayor diámetro ocupen el plano inferior y los laterales. En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocara una solera de limpieza de 5 cm de espesor de hormigón H-200, sobre la que se depositaran los tubos dispuestos por planos. A continuación se colocara otra capa de hormigón H-200 con un espesor de 10 cm por encima de los tubos y envolviéndolos completamente.

Y por último, se hace el relleno de la zanja, dejando libre el espesor del pavimento, para este relleno se utilizara hormigón H-200, evitando que se produzca discontinuidad del cimientto debido a la colocación de las piedras, si no hay piedra disponible se utilizara hormigón H-250.

#### Empalmes y conexiones:

Memoria	
ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL	
Promotor:	Ubicación:
U.P.C.T.	Barrio de los Dolores
Fecha:	C.P. Localidad (Provincia):
Sept / 2013	30310 Cartagena (Murcia)



Los empalmes y conexiones de los conductores subterráneos se efectuarán siguiendo métodos o sistemas que garanticen una perfecta continuidad del conductor y de su aislamiento. Así mismo deberá quedar perfectamente asegurada su estanqueidad y resistencia contra la corrosión que puede originar el terreno.

### 1.8.2.1.5.- Relación de propietarios afectados.

Discurre por acera y vía pública no habiendo propietarios afectados.

### 1.8.2.2.- Materiales.

#### 1.8.2.2.1- Conductores.

Se utilizarán cables de aislamiento de dieléctrico seco, según NI 56.43.01 de las características esenciales siguientes:

- Conductor: \_\_\_\_\_ Aluminio compacto, sección circular, clase 2 UNE 21-022.
- Pantalla sobre conductor: \_\_\_\_\_ Capa de mezcla semiconductor aplicada por extrusión.
- Aislamiento: \_\_\_\_\_ Mezcla a base de etileno propileno de alto módulo (HEPR).
- Pantalla sobre aislamiento: \_\_\_\_\_ Una capa de mezcla semiconductor pelable no metálica aplicada por extrusión, asociada a una corona de alambre y contraespira de cobre.
- Cubierta: \_\_\_\_\_ Compuesto termoplástico a base de poliolefina y sin contenido de componente clorados u otros contaminantes.

Otras Características:

- ❖ Designación: HEPRZ1, 12/20 Kv.
- ❖ Sección Conductor: 3 x (1 x 150) mm<sup>2</sup>
- ❖ Sección Pantalla: 16 mm<sup>2</sup>

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



### 1.8.2.2.2.- Aislamientos.

Los conductores serán aislados en seco para una tensión de 20 KV. El aislamiento será de Etileno-propileno de alto modulo (HEPR), siendo la cubierta de poliolefina termoplástica.

### 1.8.2.2.3.- Accesorios.

Se utilizaran terminales apropiados normalizados para cable seco 12/20 Kv., de acuerdo a su sección:

- **Empalme Seco:** Se utilizaran empalmes unipolares del tipo seco termirretractil normalizado por Iberdrola DistribuciónEléctrica, S.A.U., según N.I. 56.80.02 tipo E1S/24 - TR, 150/240.
- **Conexión en Celdas Prefabricadas:** Se utilizaran terminales enchufables en T normalizado por Iberdrola DistribuciónEléctrica, S.A.U. según N.I. 56.80.02 tipo TET2R - 24 Kv.

### 1.8.2.2.4.- Protecciones eléctricas de principio y fin de línea.

Por ser una línea de DistriucionElectrica, serán las existentes de la Compañía Suministradora.

### 1.8.2.3.- Zanjas y sistema de enterramiento.

- a) La canalización discurrirá por terrenos de dominio público bajo acera, no admitiéndose su instalación bajo la calzada excepto en los cruces, y evitando siempre los ángulos pronunciados.
- b) El radio de curvatura después de colocado el cable será como mínimo, 15 veces el diámetro. Los radios de curvatura en operaciones de tendido será superior a 20 veces diámetro.
- c) Los cruces de calzadas serán perpendiculares al eje de la calzada o vial, procurando evitarlos, si es posible sin perjuicio del estudio económico de la instalación en proyecto, y si el terreno lo permite. Deberán cumplir las especificaciones del apartado 1.5.4.2.

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



Los cables se alojaron en zanjas de 0,80 m. de profundidad mínima y una anchura mínima de 0,35 m. que, además de permitir las operaciones de apertura y tendido, cumple con las condiciones de paralelismo, cuando lo haya.

El lecho de la zanja debe ser liso y estar libre de aristas vivas, cantos, piedras, etc. En el mismo se colocara una capa de arena de mina o de rio lavada, limpia y suelta, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, y el tamaño del grano estará comprendido entre 0,20 y 3,00 mm., de un espesor de 0,10 m., sobre la que se depositara el cable o cables a instalar. Encima ira otra capa de arena de idénticas características con un espesor mínimo de 0,10 m., y sobre esta se instalara una protección mecánica a todo lo largo del trazado del cable, esta protección estará constituida por un tubo de plástico cuando existan 1 ó 2 líneas, y por un tubo y una placa cubrecables cuando el número de líneas sea mayor, las características de las placas cubrecables serán las establecidas en las NI 52.95.01.

A continuación se tendera una capa de tierra procedente de la excavación y con tierras de préstamo, de arena, todo - uno o zahorras, de 0,25 m. de espesor, apisonada por medios manuales.

Se cuidara que esta capa de tierra este exenta de piedras o cascotes. Sobre esta capa de tierra, y a una distancia mínima del suelo de 0,10 m. y 0,30 m. de la parte superior del cable, se colocara una cinta de señalización como advertencia de la presencia de cables eléctricos, las características, color, etc., de esta cinta serán las establecidas en la NI 29.00.01.

El tubo de 160 mm. Ø que se instalara como protección mecánica, podrá utilizarse, cuando sea necesario, como conducto para cables de control, red multimedia e incluso para otra línea de Media Tensión.

A continuación se terminara de rellenar la zanja con tierra procedente de la excavación y con tierras de préstamo de, arena, todo - uno o zahorras, debiendo de utilizar para su apisonado y compactación medios mecánicos. Después se colocara una capa de tierra vegetal o un firme de hormigón de H-125 de unos 0,12 m. de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

### CRUZAMIENTOS Y PARALELISMOS.

En la presente instalación se instalaran canalizaciones entubadas en cruces calles y carreteras y cruces de ferrocarriles.

La zanja tendrá una anchura mínima de 0,35 m. para la colocación de dos tubos rectos de 160 mm. Ø aumentando la anchura en función del número de tubos a instalar.

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



En las líneas de 20 kV. con cables de 400 mm<sup>2</sup> de sección y las líneas de 30 kV. (150, 240 y 400 mm<sup>2</sup>. de sección) se colocaran tubos de 200 mm. Ø, y se instalaran las tres fases por un solo tubo.

Los tubos podrán ir colocados en uno, dos o tres planos. En los planos y en las tablas de estos, se dan varios tipos de disposición de tubos y a título orientativo, valores de las dimensiones de la zanja.

La profundidad de la zanja dependerá del numero de tubos, pero será la suficiente para que los situados en el plano superior queden a una profundidad aproximada de 0,60 m., tomada desde la rasante del terreno a la parte inferior del tubo ( véase en planos).

En los casos de tubos de distintos tamaños, se colocaran de forma que los de mayor diámetro ocupen el plano inferior y los laterales.

En el fondo de la zanja y en toda la extensión se colocara una solera de limpieza de 0,05 mts. de espesor de hormigón HM - 20, sobre la que se depositaran los tubos dispuestos por planos.

A continuación se colocara otra capa de hormigón HM - 20 con un espesor de 0,10 m. por encima de los tubos y envolviéndolos completamente. Por último, se hace le relleno de la zanja, dejando libre el espesor del pavimento, para este relleno se utilizara hormigón HM - 20, en las canalizaciones que no lo exijan las Ordenanzas Municipales la zona de relleno será de todo - uno o zahorra.

Después se colocara un firme de hormigón de H - 125 de unos 0,30. de espesor y por último se repondrá el pavimento a ser posible del mismo tipo y calidad del que existía antes de realizar la apertura.

Para cruzar zonas en las que no sea posible o suponga graves inconvenientes y dificultades la apertura de zanjas (cruces de ferrocarriles, carreteras con gran densidad de circulación, etc.) pueden utilizarse maquinas perforadoras "topos" de tipo impacto, hincadora de tuberías o taladradora de barrena, en estos casos se prescindirá del diseño de zanja descrito anteriormente puesto que se utiliza el proceso de perforación que se considere más adecuado. Su instalación precisa zonas amplias despejadas a ambos lados del obstáculo a atravesar para la ubicación de la maquinaria, por lo que no debemos considerar este método como aplicable de forma habitual, dada su complejidad.

PARALELISMOS: Los cables subterráneos, cualquiera que sea su forma de instalación, deberán cumplir las condiciones y distancias de proximidad que se indican a continuación, y se procurara evitar que queden en el mismo plano vertical que las demás conducciones.

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



- Con otros conductores de energía eléctrica: Los cables de alta tensión podrán instalarse paralelamente a otros de baja o alta tensión, manteniendo entre ellos una distancia no inferior a 0,25 m. Cuando no pueda respetarse esta distancia, la conducción que se establezca en último lugar se dispondrá separada mediante tubos, conductos o divisorias constituidas por materiales incombustibles de adecuada resistencia mecánica, las características están establecidas en la NI 52.95.01.
- Con canalizaciones de agua y gas: Se mantendrá una distancia mínima de 0,25 m., con excepción de canalizaciones de gas de alta presión (más de 4 bar) en que la distancia será de 1,00 m. Cuando no puedan respetarse estas distancias, se adoptaran las siguientes medidas complementarias:
  - o Conducción de gas existente: se protegerá la línea eléctrica con tubo de plástico envuelto con 0,10 m. de hormigón, manteniendo una distancia mínima tangencial entre servicios de 0,20 m.
  - o Línea eléctrica existente con conducción de gas de Alta Presión, se recubrirá la canalización del gas con manta antirroca interponiendo una barrera entre ambas canalizaciones formada con una plancha de acero; si la conducción del gas es de Media/Baja Presión se colocara entre ambos servicios una placa de protección de plástico. Las características vienen fijadas en la NI 52.95.01.
  - o Si la conducción del gas es de acero, se dotara a la misma de doble revestimiento.

CRUZAMIENTOS: A continuación se fijan, para cada uno de los casos indicados, las condiciones a que deben responder los cruzamientos de cables subterráneos.

- Con calles, caminos y carreteras: En los cruces de calzada, carreteras, caminos, etc., deberán seguirse las instrucciones fijadas en el apartado 9.3 para canalizaciones entubadas. Los tubos irán a una profundidad mínima de 0,80 m. Siempre que sea posible el cruce se hará perpendicular al eje del vial. El número mínimo de tubos, será de tres y en caso de varias líneas, será preciso disponer como mínimo de un tubo de reserva.
- Con ferrocarriles: Se considerara como caso especial el cruzamiento con Ferrocarriles y cuyos detalles se dan a título orientativo en el plano de detalle. Los cables se colocaran tal como se especifica en las condiciones descritas para cruces y paralelismos, para canalizaciones entubadas, cuidando que los tubos queden perpendiculares a la vía siempre que sea posible, y a una profundidad mínima de 1,30 m.

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)





respecto a la cara inferior de la traviesa. Los tubos rebasaran las vías férreas en 1,50 m. por cada extremo.

- Con otras conducciones de energía eléctrica: La distancia mínima entre cables de energía eléctrica, será de 0,25 m. Cuando no pueda respetarse esta distancia, el cable que se tienda en último lugar se separará mediante tubo o divisorias constituidas por materiales incombustibles y de adecuada resistencia mecánica. Las características serán las establecidas en la NI 52.95.01. La distancia del punto de cruce a empalmes será superior a 1,00 m.
- Con cables de telecomunicación: La separación mínima entre los cables de energía eléctrica y los de telecomunicación será de 0,25 m. En el caso de no poder respetar esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar, se separará mediante tubos, conductos o divisorias constituidas por materiales incombustibles y de adecuada resistencia mecánica. Las características serán las establecidas en la NI 52.95.01. La distancia del punto de cruce a empalmes, tanto en el cable de energía como en el de comunicación, será superior a 1,00 m.
- Con canalizaciones de agua y gas: Los cables se mantendrán a una distancia mínima de estas canalizaciones de 0,25 m. Cuando no pueda respetarse esta distancia, la canalización que se tienda en último lugar se separará mediante tubos o placa separadora constituidas por materiales incombustibles y de adecuada resistencia mecánica, las características serán establecidas en la NI 52.95.01. Se evitara el cruce por la vertical de las juntas de las canalizaciones de agua o gas, o los empalmes de la canalización eléctrica, situando unas y otros a una distancia superior a 1 m del punto de cruce.
- Con conducciones de alcantarillado: Se procurará pasar los cables por encima de las alcantarillas. No se admitirá incidir en su interior. Si no es posible se pasará por debajo, disponiendo los cables con una protección de adecuada resistencia mecánica. Las características están establecidas en la NI 52.95.01.
- Con depósitos de carburante: Los cables se dispondrán dentro de tubos o conductos de suficiente resistencia y distarán como mínimo 1,20 m. del depósito. Los extremos de los tubos rebasaran al depósito en 2,00 m. por cada extremo.

### 1.8.2.3.1.- Medidas de señalización y seguridad.

Quedan descritas en el apartado 1.8.2.3.

Memoria	
ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL	
Promotor:	Ubicación:
U.P.C.T.	Barrio de los Dolores
Fecha:	C.P. Localidad (Provincia):
Sept / 2013	30310 Cartagena (Murcia)





#### 1.8.2.4.- Puesta a Tierra.

- Puesta a tierra de las cubiertas metálicas:

Se conectarán a tierra las pantallas y armaduras de todas las fases en cada uno de los extremos y en puntos intermedios. Esto garantiza que no existan tensiones inducidas en las cubiertas metálicas.

- Pantallas:

En el caso de pantallas de cables unipolares se conectarán las pantallas a tierra en ambos extremos. Se pondrá a tierra las pantallas metálicas de los cables al realizar cada uno de los empalmes y terminaciones. De esta forma, en el caso de un defecto a masa lejano, se evitara la transmisión de tensiones peligrosas.

#### 1.8.3.- Centros de Transformación.

##### 1.8.3.1- Local.

Los centros de Transformación objeto de este proyecto constan únicamente de una envolvente, en la que se encuentra toda la aparamenta eléctrica y demás equipos eléctricos. Para el diseño de los Centros de Transformación se han tenido en cuenta todas las normativas antes indicadas, teniendo en cuenta las distancias necesarias para pasillos, accesos, etc.

##### 1.8.3.1.1.- Características de los materiales. (PFU 5/20)

- Descripción

Los Edificios PFU para Centros de Transformación, de superficie y maniobra interior (tipo caseta), constan de una envolvente de hormigón, de estructura monobloque, en cuyo interior se incorporan todos los componentes eléctricos, desde la aparamenta de MT, hasta los cuadros de BT, incluyendo los transformadores, dispositivos de control e interconexiones entre los diversos elementos.

La principal ventaja que presentan estos edificios prefabricados es que tanto la construcción como el montaje y equipamiento interior pueden ser realizados íntegramente en fábrica, garantizando con ello una calidad uniforme y reduciendo considerablemente los trabajos de obra civil y montaje en el punto de instalación. Además, su cuidado diseño permite su instalación tanto en zonas de carácter industrial como en entornos urbanos.

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



### - Envolvente

La envolvente de estos centros es de hormigón armado vibrado. Se compone de dos partes: una que aglutina el fondo y las paredes, que incorpora las puertas y rejillas de ventilación natural, y otra que constituye el techo.

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm<sup>2</sup>. Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kOhm respecto de la tierra de la envolvente.

Las cubiertas están formadas por piezas de hormigón con inserciones en la parte superior para su manipulación.

En la parte inferior de las paredes frontal y posterior se sitúan los orificios de paso para los cables de MT y BT. Estos orificios están semiperforados, realizándose en obra la apertura de los que sean necesarios para cada aplicación. De igual forma, dispone de unos orificios semiperforados practicables para las salidas a las tierras exteriores.

El espacio para el transformador, diseñado para alojar el volumen de líquido refrigerante de un eventual derrame, dispone de dos perfiles en forma de "U", que se pueden deslizar en función de la distancia entre las ruedas del transformador.

### - Placa piso

Sobre la placa base y a una altura de unos 400 mm se sitúa la placa piso, que se sustenta en una serie de apoyos sobre la placa base y en el interior de las paredes, permitiendo el paso de cables de MT y BT a los que se accede a través de unas troneras cubiertas con losetas.

### - Accesos

En la pared frontal se sitúan las puertas de acceso de peatones, las puertas del transformador (ambas con apertura de 180°) y las rejillas de ventilación. Todos estos materiales están fabricados en chapa de acero.

Las puertas de acceso disponen de un sistema de cierre con objeto de garantizar la seguridad de funcionamiento para evitar aperturas intempestivas de las mismas del Centro de Transformación. Para ello se utiliza una cerradura de diseño ORMAZABAL que anclan las puertas en dos puntos, uno en la parte superior y otro en la parte inferior.

### - Ventilación

Memoria	
ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL	
Promotor:	Ubicación:
U.P.C.T.	Barrio de los Dolores
Fecha:	C.P. Localidad (Provincia):
Sept / 2013	30310 Cartagena (Murcia)



Las rejillas de ventilación natural están formadas por lamas en forma de "V" invertida, diseñadas para formar un laberinto que evita la entrada de agua de lluvia en el Centro de Transformación y se complementa cada rejilla interiormente con una malla mosquitera.

- Acabado

El acabado de las superficies exteriores se efectúa con pintura acrílica rugosa de color blanco en las paredes y marrón en el perímetro de la cubierta o techo, puertas y rejillas de ventilación.

Las piezas metálicas expuestas al exterior están tratadas adecuadamente contra la corrosión.

- Calidad

Estos edificios prefabricados han sido acreditados con el Certificado de Calidad ISO 9001.

- Alumbrado

El equipo va provisto de alumbrado conectado y gobernado desde el cuadro de

BT, el cual dispone de un interruptor para realizar dicho cometido.

- Varios

Sobrecargas admisibles y condiciones ambientales de funcionamiento según normativa vigente.

- Cimentación

Para la ubicación de los edificios PFU para Centros de Transformación es necesaria una excavación, cuyas dimensiones variarán en función de la solución adoptada para la red de tierras, sobre cuyo fondo se extiende una capa de arena compactada y nivelada de 100 mm de espesor.

**CARACTERISTICAS DETALLADAS:**

- Numero de Transformadores: 1
- Numero Reserva de Celdas: 1
- Tipo de Ventilación: Normal
- Puertas de acceso peatón: 1 puerta

Dimensiones exteriores:

Memoria	
ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL	
Promotor:	Ubicación:
U.P.C.T.	Barrio de los Dolores
Fecha:	C.P. Localidad (Provincia):
Sept / 2013	30310 Cartagena (Murcia)



- Longitud: 6.080 mm
- Fondo: 2.380 mm
- Altura: 3.045 mm
- Altura vista: 2.585 mm
- Peso: 17.460 kg

Dimensiones interiores:

- Longitud: 5.900 mm
- Fondo: 2.200 mm
- Altura: 2.355 mm

Dimensiones de la excavación:

- Longitud: 6.880 mm
- Fondo: 3.180 mm
- Profundidad: 560 mm

Nota: Estas dimensiones son aproximadas en función de la solución adoptada para el anillo de tierras.

### 1.8.3.2.- Instalación eléctrica.

#### 1.8.3.2.1.- Características de la red de alimentación.

La red de la cual se alimenta el Centro de Transformación es del tipo subterráneo, con una tensión de 20 kV, nivel de aislamiento según la MIE-RAT 12, y una frecuencia de 50 Hz.

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos suministrados por la compañía eléctrica, es de 350 MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 10,1 kA eficaces.

#### 1.8.3.2.2.- Características de la aparamenta de alta tensión.

Características generales de los tipos de aparamenta empleados en la instalación:

##### Celdas:CGMCOSMOS

Sistema de celdas de Media Tensión modulares bajo envolvente metálica de aislamiento integral en gas SF6 de acuerdo a la normativa UNE-EN 62271-200 para instalación interior, clase -5 °C según IEC 62271-1, hasta una altitud de 2000 m sobre el nivel del mar sin mantenimiento con las siguientes características generales estándar:

Memoria	
ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL	
Promotor:	Ubicación:
U.P.C.T.	Barrio de los Dolores
Fecha:	C.P. Localidad (Provincia):
Sept / 2013	30310 Cartagena (Murcia)



### Construcción:

- Cuba de acero inoxidable de sistema de presión sellado, según IEC 62271-1, conteniendo los elementos del circuito principal sin necesidad de reposición de gas durante 30 años.
  - 3 Divisores capacitivos de 24 kV.
- Bridas de sujeción de cables de Media Tensión diseñadas para sujeción de cables unipolares de hasta 630 mm<sup>2</sup> y para soportar los esfuerzos electrodinámicos en caso de cortocircuito.
- Alta resistencia a la corrosión, soportando 150 h de niebla salina en el mecanismo de maniobra según norma ISO 7253.

### Seguridad:

- Enclavamientos propios que no permiten acceder al compartimento de cables hasta haber conectado la puesta de tierra, ni maniobrar el equipo con la tapa del compartimento de cables retirada. Del mismo modo, el interruptor y el seccionador de puesta a tierra no pueden estar conectados simultáneamente.
- Enclavamientos por candado independientes para los ejes de maniobra del interruptor y de seccionador de puesta a tierra, no pudiéndose retirar la tapa del compartimento de mecanismo de maniobras con los candados colocados.
- Posibilidad de instalación de enclavamientos por cerradura independientes en los ejes de interruptor y de seccionador de puesta a tierra.
- Inundabilidad: equipo preparado para mantener servicio en el bucle de Media Tensión en caso de una eventual inundación de la instalación soportando ensayo de 3 m de columna de agua durante 24 h.

### **Grados de Protección :**

- Celda / Mecanismos de Maniobra: IP 2XD según EN 60529
- Cuba: IP X7 según EN 60529
- Protección a impactos en:
  - cubiertas metálicas: IK 08 según EN 5010
  - cuba: IK 09 según EN 5010

### Conexión de cables:

La conexión de cables se realiza desde la parte frontal mediante unos pasatapas estándar.

### Enclavamientos:

La función de los enclavamientos incluidos en todas las celdas CGMCOsmos es que:

Memoria	
ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL	
Promotor:	Ubicación:
U.P.C.T.	Barrio de los Dolores
Fecha:	C.P. Localidad (Provincia):
Sept / 2013	30310 Cartagena (Murcia)



- No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.
- No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

#### Características eléctricas

Las características generales de las celdas CGMCOSMOS son las siguientes:

- Tensión nominal 24 kV

#### **Nivel de aislamiento:**

- Frecuencia industrial (1 min):
  - a tierra y entre fases 50 kV
  - a la distancia de seccionamiento 60 kV
- Impulso tipo rayo:
  - a tierra y entre fases 125 kV
  - a la distancia de seccionamiento 145 kV

En la descripción de cada celda se incluyen los valores propios correspondientes a las intensidades nominales, térmica y dinámica, etc.

### **1.8.3.2.3.- Características descriptivas de la aparamenta de Media Tensión y Transformadores.**

#### Entrada / Salida 1: CGMCOSMOS-L Interruptor-seccionador

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda **CGMCOSMOS-L** de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos ekorVPIS para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekorSAS.

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV
- Intensidad asignada: 400 A
- Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



- Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA
- Nivel de aislamiento
- Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 28 kV
- Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 75 kV
- Capacidad de cierre (cresta): 40 kA
- Capacidad de corte
- Corriente principalmente activa: 400 A
- Características físicas:
  - Ancho: 365 mm
  - Fondo: 735 mm
  - Alto: 1740 mm
  - Peso: 95 kg
- Otras características constructivas:
  - Mecanismo de maniobra interruptor: manual tipo B

### Entrada / Salida 2: CGMCOSMOS-L Interruptor-seccionador

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda **CGMCOSMOS-L** de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornasenchufables. Presenta también captadores capacitivos ekorVPIS para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekorSAS.

#### - Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV
- Intensidad asignada: 400 A
- Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA
- Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA
- Nivel de aislamiento
- Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 28 kV
- Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 75 kV
- Capacidad de cierre (cresta): 40 kA
- Capacidad de corte
- Corriente principalmente activa: 400 A

#### - Características físicas:

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



- Ancho: 365 mm
- Fondo: 735 mm
- Alto: 1740 mm
- Peso: 95 kg
- Otras características constructivas:
  - Mecanismo de maniobra interruptor: manual tipo B

### Acoplamiento de Barras: CGMCOSMOS-S Interruptor pasante

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda CGMCOSMOS-S de interruptor pasante está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, interrumpido por un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, para aislar las partes izquierda y derecha del mismo y puede llevar un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

#### - Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV
- Intensidad asignada: 400 A
- Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA
- Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA
- Nivel de aislamiento
- Frecuencia industrial (1 min)a tierra y entre fases: 50 kV
- Impulso tipo rayoa tierra y entre fases (cresta): 125 kV
- Capacidad de cierre (cresta): 40 kA
- Capacidad de corte
- Corriente principalmente activa: 400 A

#### - Características físicas:

- Ancho: 450 mm
- Fondo: 735 mm
- Alto: 1740 mm
- Peso: 105 kg

#### - Otras características constructivas:

- Mando interruptor: manual tipo B

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)





### Entrada / Salida 3: CGMCOSMOS-L Interruptor-seccionador

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda **CGMCOSMOS-L** de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos ekorVPIS para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekorSAS.

- Características eléctricas:

- Tensión asignada: 24 kV
- Intensidad asignada: 400 A
- Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA
- Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA
- Nivel de aislamiento

- Frecuencia

industrial (1 min) a tierra y entre fases: 28 kV

- Impulso tipo

rayo a tierra y entre fases (cresta): 75 kV

- Capacidad de cierre (cresta): 40 kA

- Capacidad de corte

- Corriente principalmente activa: 400 A

- Características físicas:

- Ancho: 365 mm
- Fondo: 735 mm
- Alto: 1740 mm
- Peso: 95 kg

- Otras características constructivas

- Mando interruptor: manual tipo B

### Entrada / Salida 4: CGMCOSMOS-L Interruptor-seccionador

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda **CGMCOSMOS-L** de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos ekorVPIS para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekorSAS.

- Características eléctricas:

· Tensión asignada:	24 kV
· Intensidad asignada:	400 A
· Intensidad de corta duración (1 s), eficaz:	16 kA
· Intensidad de corta duración (1 s), cresta:	40 kA
· Nivel de aislamiento	
	- Frecuencia
<u>industrial (1 min) a tierra y entre fases:</u>	28 kV
	- Impulso tipo
<u>rayo a tierra y entre fases (cresta):</u>	75 kV
· Capacidad de cierre (cresta):	40 kA
· Capacidad de corte	
-Corriente principalmente activa:	400 A

- Características físicas:

· Ancho:	365 mm
· Fondo:	735 mm
· Alto:	1740 mm
· Peso:	95 kg

- Otras características constructivas

- Mando interruptor: manual tipo B

Entrada / Salida 5: CGMCOSMOS-L Interruptor-seccionador

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda **CGMCOSMOS-L** de línea, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos ekorVPIS para la detección de tensión en los cables de acometida y alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekorSAS.

- Características eléctricas:

· Tensión asignada:	24 kV
---------------------	-------

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



- Intensidad asignada: 400 A
- Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA
- Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA
- Nivel de aislamiento
- Frecuencia  
industrial (1 min) a tierra y entre fases: 28 kV
- Impulso tipo  
rayo a tierra y entre fases (cresta): 75 kV
- Capacidad de cierre (cresta): 40 kA
- Capacidad de corte
- Corriente principalmente activa: 400 A
- Características físicas:
  - Ancho: 365 mm
  - Fondo: 735 mm
  - Alto: 1740 mm
  - Peso: 95 kg
- Otras características constructivas
  - Mando interruptor: manual tipo B

### Protección Transformador 1: CGMCOSMOS-P Protección fusibles

Celda con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por un módulo con las siguientes características:

La celda CGMCOSMOS-P de protección con fusibles, está constituida por un módulo metálico con aislamiento y corte en gas, que incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados o asociados a ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar una de alarma sonora de prevención de puesta a tierra ekorSAS, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

- Características eléctricas:
  - Tensión asignada: 24 kV
  - Intensidad asignada en el embarrado: 400 A
  - Intensidad asignada en la derivación: 200 A
  - Intensidad fusibles: 3x25 A
  - Intensidad de corta duración (1 s), eficaz: 16 kA

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



- Intensidad de corta duración (1 s), cresta: 40 kA
- Nivel de aislamiento
- Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 50 kV
- Impulso tipo rayo a tierra y entre fases (cresta): 125 kV
- Capacidad de cierre (cresta): 40 kA
- Capacidad de corte
- Corriente principalmente activa: 400 A
- Características físicas:
  - Ancho: 470 mm
  - Fondo: 735 mm
  - Alto: 1740 mm
  - Peso: 140 kg
- Otras características constructiva
  - Mando posición con fusibles: manual tipo BR
  - Combinación interruptor-fusibles: combinados

#### Transformador 1: *Transformador aceite 24 kV*

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, de marca COTRADIS, con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2).

- Otras características constructivas:
  - Regulación en el primario: +2,5%, +5%, +7,5%, +10%
  - Tensión de cortocircuito (Ecc): 4%
  - Grupo de conexión: Dyn11
  - Protección incorporada al transformador: Termómetro

### **1.8.3.2.4.- Características descriptivas de los cuadros de Baja Tensión.**

#### Cuadros BT - B2 Transformador 1: *CBTO*

El Cuadro de Baja Tensión CBTO-C, es un conjunto de aparamenta de BT cuya función es recibir el circuito principal de BT procedente del transformador MT/BT y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

La estructura del cuadro CBTO-C de ORMAZABAL está compuesta por un bastidor aislante, en el que se distinguen las siguientes zonas:

- Zona de acometida, medida y de equipos auxiliares

Memoria	
ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL	
Promotor:	Ubicación:
U.P.C.T.	Barrio de los Dolores
Fecha:	C.P. Localidad (Provincia):
Sept / 2013	30310 Cartagena (Murcia)



En la parte superior de CBTO-C existe un compartimento para la acometida al mismo, que se realiza a través de un pasamurostetrapolar, evitando la penetración del agua al interior. CBTO incorpora 4 seccionadores unipolares para seccionar las barras.

- Zona de salidas

Está formada por un compartimento que aloja exclusivamente el embarrado y los elementos de protección de cada circuito de salida. Esta protección se encomienda a fusibles de la intensidad máxima más adelante citada, dispuestos en bases trifásicas verticales cerradas (BTVC) pero maniobrada fase a fase, pudiéndose realizar las maniobras de apertura y cierre en carga.

- Características eléctricas

Tensión asignada de empleo:	440 V
Tensión asignada de aislamiento:	500 V
Intensidad asignada en los embarrados:	1600 A
Frecuencia asignada:	50 Hz
Nivel de aislamiento	
-Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases:	10 kV
-Frecuencia industrial (1 min) entre fases:	2,5 kV
Intensidad Asignada de Cortaduración 1 s:	24 kA
Intensidad Asignada de Cresta:	50,5 kA

- Características constructivas:

Anchura:	1000 mm
Altura:	1360 mm
Fondo:	350 mm

- Otras características:

Salidas de Baja Tensión: 6 salidas (4 x 400 A + 2 x 250 A)

### 1.8.3.2.5.- Características del material vario de Media Tensión y Baja Tensión.

El material vario del Centro de Transformación es aquel que, aunque forma parte del conjunto del mismo, no se ha descrito en las características del equipo ni en las características de la aparamenta.

#### INTERCONEXIONES DE MT:

- Puentes MT Transformador 1: *Cables MT 12/20 kV*

Memoria	
ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL	
Promotor:	Ubicación:
U.P.C.T.	Barrio de los Dolores
Fecha:	C.P. Localidad (Provincia):
Sept / 2013	30310 Cartagena (Murcia)



- Cables MT 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al.
- La terminación al transformador es EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR.
- En el otro extremo, en la celda, es EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable recta y modelo K152SR.

#### INTERCONEXIONES DE BT:

- Puentes BT - B2 Transformador 1: ***Puentes transformador-cuadro***
- Juego de puentes de cables de BT, de sección y material Al (Polietileno Reticulado) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase+3xneutro.

#### DEFENSA DE TRANSFORMADORES:

- Defensa de Transformador 1: ***Protección física transformador***
- Protección metálica para defensa del transformador.

#### EQUIPOS DE ILUMINACIÓN:

- Iluminación Edificio de Transformación: ***Equipo de iluminación***
- Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los centros.
- Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.

### **1.8.3.2.6.- Medida de la energía Eléctrica.**

Al tratarse de un Centro de Distribución público, no se efectúa medida de energía en MT.

### **1.8.3.2.7.- Unidades de protección, automatismo y control.**

Este proyecto no incorpora automatismos ni relés de protección.

Memoria	
ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL	
Promotor:	Ubicación:
U.P.C.T.	Barrio de los Dolores
Fecha:	C.P. Localidad (Provincia):
Sept / 2013	30310 Cartagena (Murcia)



### 1.8.3.2.8.- Puesta a Tierra.

#### TIERRA DE PROTECCIÓN

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el Centro de Transformación se unen a la tierra de protección: envolventes de las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc., así como la armadura del edificio (si éste es prefabricado). No se unirán, por contra, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior

#### TIERRA DE SERVICIO

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en BT, debido a faltas en la red de MT, el neutro del sistema de BT se conecta a una toma de tierra independiente del sistema de MT, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado.

### 1.8.3.2.9.- Instalaciones secundarias.

#### ARMARIO DE PRIMEROS AUXILIOS

El Centro de Transformación cuenta con un armario de primeros auxilios.

#### MEDIDAS DE SEGURIDAD

Para la protección del personal y equipos, se debe garantizar que:

1- No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.

2- Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en los Centros de Transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Transformación.

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



3- Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.

4- Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.

5- El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de MT y BT. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

### 1.8.3.3.- Características de los materiales. Edificio de TransformacionminiBLOK - 24.

#### DESCRIPCIÓN:

miniBLOK es un Centro de Transformación compacto compartimentado, de maniobra exterior, diseñado para redes públicas de distribución eléctrica en Media Tensión (MT).

miniBLOK es aplicable a redes de distribución de hasta 36 kV, donde se precisa de un transformador de hasta 630 kVA.

Consiste básicamente en una envolvente prefabricada de hormigón de reducidas dimensiones, que incluye en su interior un equipo compacto de MT, un transformador, un cuadro de BT y las correspondientes interconexiones y elementos auxiliares. Todo ello se suministra ya montado en fábrica, con lo que se asegura un acabado uniforme y de calidad.

El esquema eléctrico disponible en MT cuenta con 2 posiciones de línea (entrada y salida) y una posición de interruptor combinado con fusibles para la maniobra y protección del transformador, así como un cuadro de BT con salidas protegidas por fusibles.

La concepción de estos centros, que mantiene independientes todos sus componentes, limita la utilización de líquidos aislantes combustibles, a la vez que facilita la sustitución de cualquiera de sus componentes.

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)





Así mismo, la utilización de apartamentada de MT con aislamiento integral en gas reduce la necesidad de mantenimiento y le confiere unas excelentes características de resistencia a la polución y a otros factores ambientales, e incluso a la eventual inundación del Centro de Transformación.

### ENVOLVENTE

Los edificios prefabricados de hormigón para miniBLOK están formados por una estructura monobloque, que agrupa la base y las paredes en una misma pieza garantizando una total impermeabilidad del conjunto y por una cubierta movable.

Las piezas construidas en hormigón ofrecen una resistencia característica de 300 kg/cm<sup>2</sup>. Además, disponen de una armadura metálica, que permite la interconexión entre sí y al colector de tierras. Esta unión se realiza mediante latiguillos de cobre, dando lugar a una superficie equipotencial que envuelve completamente al centro. Las puertas y rejillas están aisladas eléctricamente, presentando una resistencia de 10 kOhm respecto de la tierra de la envolvente.

En la parte frontal dispone de dos orificios de salida de cables de 150 mm.de diámetro para los cables de MT y de cinco agujeros para los cables de BT, pudiendo disponer además en cada lateral de otro orificio de 150 mm.de diámetro. La apertura de los mismos se realizará en obra utilizando los que sean necesarios para cada aplicación.

#### **- Características Detalladas**

Nº de transformadores: 1  
Puertas de acceso peatón: 1 puerta

#### Dimensiones exteriores

Longitud: 2100 mm  
Fondo: 2100 mm  
Altura: 2240 mm  
Altura vista: 1540 mm  
Peso: 7500 kg

#### Dimensiones de la excavación

Longitud: 4300 mm  
Fondo: 4300 mm  
Profundidad: 800 mm

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



Nota: Estas dimensiones son aproximadas en función de la solución adoptada para el anillo de tierras.

### **1.8.3.4.-Instalación Eléctrica.**

#### **1.8.3.4.1.-Características de la Red de Alimentación.**

La red de la cual se alimenta el Centro de Transformación es del tipo subterráneo, con una tensión de 20 kV, nivel de aislamiento según la MIE-RAT 12, y una frecuencia de 50 Hz.

La potencia de cortocircuito en el punto de acometida, según los datos suministrados por la compañía eléctrica, es de 350 MVA, lo que equivale a una corriente de cortocircuito de 10,1 kA eficaces.

#### **1.8.3.4.2.-Características de la Aparamenta de Media Tensión.**

Características Generales de los Tipos de Aparamenta Empleados en la Instalación.

##### Celdas: CGMCOSMOS-2L1P

El sistema CGMCOSMOS está compuesto 2 posiciones de línea y 1 posición de protección con fusibles, con las siguientes características:

- Celdas CGMCOSMOS

El sistema CGMCOSMOS compacto es un equipo para MT, integrado y totalmente compatible con el sistema CGMCOSMOS modular, extensible "in situ" a izquierda y derecha. Sus embarrados se conectan utilizando unos elementos de unión patentados por ORMAZABAL y denominados ORMALINK, consiguiendo una conexión totalmente apantallada, e insensible a las condiciones externas (polución, salinidad, inundación, etc.). Incorpora tres funciones por cada módulo en una única cuba llena de gas, en la cual se encuentran los aparatos de maniobra y el embarrado.

- Base y frente

La base está diseñada para soportar al resto de la celda, y facilitar y proteger mecánicamente la acometida de los cables de MT. La tapa que los protege es

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



independiente para cada una de las tres funciones. El frente presenta el mímico unifilar del circuito principal y los ejes de accionamiento de la aparamenta a la altura idónea para su operación.

La parte frontal incluye en su parte superior la placa de características eléctricas, la mirilla para el manómetro, el esquema eléctrico de la celda, los accesos a los accionamientos del mando y el sistema de alarma sonora de puesta a tierra. En la parte inferior se encuentra el dispositivo de señalización de presencia de tensión y el panel de acceso a los cables y fusibles. En su interior hay una pletina de cobre a lo largo de toda la celda, permitiendo la conexión a la misma del sistema de tierras y de las pantallas de los cables.

Lleva además un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

La tapa frontal es común para las tres posiciones funcionales de la celda.

#### - Cuba

La cuba, fabricada en acero inoxidable de 2 mm de espesor, contiene el interruptor, el embarrado y los portafusibles, y el gas se encuentra en su interior a una presión absoluta de 1,15 bar (salvo para celdas especiales). El sellado de la cuba permite el mantenimiento de los requisitos de operación segura durante toda su vida útil, sin necesidad de reposición de gas.

Esta cuba cuenta con un dispositivo de evacuación de gases que, en caso de arco interno, permite su salida hacia la parte trasera de la celda, evitando así, con ayuda de la altura de las celdas, su incidencia sobre las personas, cables o la aparamenta del Centro de Transformación.

La cuba es única para las tres posiciones con las que cuenta la celda CGMCOSMOS y en su interior se encuentran todas las partes activas de la celda (embarrados, interruptor-seccionador, puestas a tierra, tubos portafusibles).

#### - Interruptor/Seccionador/Seccionador de puesta a tierra

Los interruptores disponibles en el sistema CGMCOSMOS compacto tienen tres posiciones: conectado, seccionado y puesto a tierra.

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



La actuación de este interruptor se realiza mediante palanca de accionamiento sobre dos ejes distintos: uno para el interruptor (conmutación entre las posiciones de interruptor conectado e interruptor seccionado); y otro para el seccionador de puesta a tierra de los cables de acometida (que conmuta entre las posiciones de seccionado y puesto a tierra).

- Mando

Los mandos de actuación son accesibles desde la parte frontal, pudiendo ser accionados de forma manual o motorizada.

- Fusibles (Celda CGMCOSMOS-P)

En las celdas CGMCOSMOS-P, los fusibles se montan sobre unos carros que se introducen en los tubos portafusibles de resina aislante, que son perfectamente estancos respecto del gas y del exterior. El disparo se producirá por fusión de uno de los fusibles o cuando la presión interior de los tubos portafusibles se eleve debido a un fallo en los fusibles o al calentamiento excesivo de éstos. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida.

- Conexión de cables

La conexión de cables se realiza desde la parte frontal mediante unos pasatapas estándar.

- Enclavamientos

La función de los enclavamientos incluidos en todas las celdas CGMCOSMOS es que:

- No se pueda conectar el seccionador de puesta a tierra con el aparato principal cerrado, y recíprocamente, no se pueda cerrar el aparato principal si el seccionador de puesta a tierra está conectado.
- No se pueda quitar la tapa frontal si el seccionador de puesta a tierra está abierto, y a la inversa, no se pueda abrir el seccionador de puesta a tierra cuando la tapa frontal ha sido extraída.

- Características eléctricas

Memoria	
ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL	
Promotor:	Ubicación:
U.P.C.T.	Barrio de los Dolores
Fecha:	C.P. Localidad (Provincia):
Sept / 2013	30310 Cartagena (Murcia)



Las características generales de las celdas CGMCOSMOS son las siguientes:

Tensión nominal	24 kV
Nivel de aislamiento	
Frecuencia industrial (1 min)	
a tierra y entre fases	50 kV
a la distancia de seccionamiento	60 kV
Impulso tipo rayo	
a tierra y entre fases	125 kV
a la distancia de seccionamiento	145 kV

En la descripción de cada celda se incluyen los valores propios correspondientes a las intensidades nominales, térmica y dinámica, etc.

#### 1.8.3.4.3.-Características Descriptivas de la Aparamenta MT y Transformadores

##### E/S1,E/S2,PT1: CGMCOSMOS-2LP

Celda compacta con envolvente metálica, fabricada por ORMAZABAL, formada por varias posiciones con las siguientes características:

CGMCOSMOS-2LP es un equipo compacto para MT, integrado y totalmente compatible con el sistema CGMCOSMOS.

La celda CGMCOSMOS-2LP está constituida por tres funciones: dos de línea o interruptor en carga y una de protección con fusibles, que comparten la cuba de gas y el embarrado.

Las posiciones de línea, incorporan en su interior una derivación con un interruptor-seccionador rotativo, con capacidad de corte y aislamiento, y posición de puesta a tierra de los cables de acometida inferior-frontal mediante bornas enchufables. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

La posición de protección con fusibles incorpora en su interior un embarrado superior de cobre, y una derivación con un interruptor-seccionador

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



igual al antes descrito, y en serie con él, un conjunto de fusibles fríos, combinados con ese interruptor. Presenta también captadores capacitivos para la detección de tensión en los cables de acometida y puede llevar un sistema de alarma sonora de puesta a tierra, que suena cuando habiendo tensión en la línea se introduce la palanca en el eje del seccionador de puesta a tierra. Al introducir la palanca en esta posición, un sonido indica que puede realizarse un cortocircuito o un cero en la red si se efectúa la maniobra.

#### Transformador 1: Transformador aceite 24 kV

Transformador trifásico reductor de tensión, construido según las normas citadas anteriormente, de marca COTRADIS, con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2).

- Otras características constructivas:

- Regulación en el primario: +2,5%, +5%, +7,5%, +10%
- Tensión de cortocircuito (Ecc): 4%
- Grupo de conexión: Dyn11
- Protección incorporada al transformador: Termómetro

### **1.8.3.4.4.-Características Descriptivas de los Cuadros de Baja Tensión.**

#### Cuadros BT - B2 Transformador 1: CBTO

El Cuadro de Baja Tensión CBTO-C, es un conjunto de aparamenta de BT cuya función es recibir el circuito principal de BT procedente del transformador MT/BT y distribuirlo en un número determinado de circuitos individuales.

La estructura del cuadro CBTO-C de ORMAZABAL está compuesta por un bastidor aislante, en el que se distinguen las siguientes zonas:

- Zona de acometida, medida y de equipos auxiliares

En la parte superior de CBTO-C existe un compartimento para la acometida al mismo, que se realiza a través de un pasamuros tetrapolar, evitando la penetración del agua al interior. CBTO incorpora 4 seccionadores unipolares para seccionar las barras.

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



#### - Zona de salidas

Está formada por un compartimento que aloja exclusivamente el embarrado y los elementos de protección de cada circuito de salida. Esta protección se encomienda a fusibles de la intensidad máxima más adelante citada, dispuestos en bases trifásicas verticales cerradas (BTVC) pero maniobradas fase a fase, pudiéndose realizar las maniobras de apertura y cierre en carga.

#### - Características eléctricas

- Tensión asignada de empleo: 440 V
- Tensión asignada de aislamiento: 500 V
- Intensidad asignada en los embarrados: 1600 A
- Frecuencia asignada: 50 Hz
- Nivel de aislamiento Frecuencia industrial (1 min) a tierra y entre fases: 10 kV
- entre fases: 2,5 kV
- Intensidad Asignada de Corta duración 1 s: 24 kA
- Intensidad Asignada de Cresta: 50,5 kA

#### - Características constructivas:

- Anchura: 1000 mm
- Altura: 1360 mm
- Fondo: 350 mm

#### - Otras características:

- Salidas de Baja Tensión: 6 salidas (4 x 400 A + 2 x 250 A)

### 1.8.3.4.5.-Características del material vario de Media Tensión y Baja Tensión

El material vario del Centro de Transformación es aquel que, aunque forma parte del conjunto del mismo, no se ha descrito en las características del equipo ni en las características de la aparamenta.

Memoria	
ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL	
Promotor:	Ubicación:
U.P.C.T.	Barrio de los Dolores
Fecha:	C.P. Localidad (Provincia):
Sept / 2013	30310 Cartagena (Murcia)



- Interconexiones de MT:

En el otro extremo, en la celda, es EUROMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR.

- Interconexiones de BT:

Puentes BT - B2 Transformador 1: *Puentes transformador-cuadro*

Juego de puentes de cables de BT, de sección y material Cu (Etileno-Propileno) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 2xfase + 1xneutro.

- Equipos de iluminación:

Iluminación Edificio de Transformación: *Equipo de iluminación*

Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los centros.

#### 1.8.3.4.6.-Medida de la energía eléctrica.

Al tratarse de un Centro de Distribución público, no se efectúa medida de energía en MT.

#### 1.8.3.4.7.-Unidades de protección, automatismo y control.

Este proyecto no incorpora automatismos ni relés de protección.

#### 1.8.3.4.8.-Puesta a tierra.

##### TIERRA DE PROTECCIÓN

Todas las partes metálicas no unidas a los circuitos principales de todos los aparatos y equipos instalados en el Centro de Transformación se unen a la tierra de protección: envolventes de las celdas y cuadros de BT, rejillas de protección, carcasa de los transformadores, etc. , así como la armadura del edificio (si éste

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)





es prefabricado). No se unirán, por contra, las rejillas y puertas metálicas del centro, si son accesibles desde el exterior

### TIERRA DE SERVICIO

Con objeto de evitar tensiones peligrosas en BT, debido a faltas en la red de MT, el neutro del sistema de BT se conecta a una toma de tierra independiente del sistema de MT, de tal forma que no exista influencia en la red general de tierra, para lo cual se emplea un cable de cobre aislado.

### **1.8.3.4.9.-Instalaciones secundarias**

#### **- Alumbrado**

El interruptor se situará al lado de la puerta de acceso, de forma que su accionamiento no represente peligro por su proximidad a la MT.

El interruptor accionará los puntos de luz necesarios para la suficiente y uniforme iluminación de todo el recinto del centro.

#### **- Medidas de seguridad**

Para la protección del personal y equipos, se debe garantizar que:

1- No será posible acceder a las zonas normalmente en tensión, si éstas no han sido puestas a tierra. Por ello, el sistema de enclavamientos interno de las celdas debe afectar al mando del aparato principal, del seccionador de puesta a tierra y a las tapas de acceso a los cables.

2- Las celdas de entrada y salida serán con aislamiento integral y corte en gas, y las conexiones entre sus embarrados deberán ser apantalladas, consiguiendo con ello la insensibilidad a los agentes externos, y evitando de esta forma la pérdida del suministro en los Centros de Transformación interconectados con éste, incluso en el eventual caso de inundación del Centro de Transformación.

3- Las bornas de conexión de cables y fusibles serán fácilmente accesibles a los operarios de forma que, en las operaciones de mantenimiento, la posición de trabajo normal no carezca de visibilidad sobre estas zonas.

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



4- Los mandos de la aparamenta estarán situados frente al operario en el momento de realizar la operación, y el diseño de la aparamenta protegerá al operario de la salida de gases en caso de un eventual arco interno.

5- El diseño de las celdas impedirá la incidencia de los gases de escape, producidos en el caso de un arco interno, sobre los cables de MT y BT. Por ello, esta salida de gases no debe estar enfocada en ningún caso hacia el foso de cables.

EL INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL

Fdo.: Antonio Romero García  
Cartagena, Septiembre de 2013

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)

## 2. CALCULOS JUSTIFICATIVOS

*Proyecto:*

**ELECTRIFICACION DE UN POLIGONO RESIDENCIAL**

*Promotor:*

**UNIVERSIDAD POLITECNICA  
DE CARTAGENA**

*Ubicación:*

**Barrio de los Dolores**

*Fecha:*

**Sept / 2013**

*C.P. Población (Provincia):*

**30310 Cartagena (Murcia)**

**Antonio Romero García**  
Ingeniero Técnico Industrial  
Especialidad Electricidad





## 2.1.- CALCULOS ELECTRICOS RED DE BAJA TENSION

Para llevar a cabo el cálculo de las distintas secciones de los anillos que componen la instalación en Baja Tensión, se tendrá en cuenta tanto, lo dispuesto en el vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión e Instrucciones Complementarias, como las Normas Particulares de la Compañía Suministradora, que previamente ha sido aprobada por la Consejería de Industria.

Se calcula para una tensión entre fases de 400 V., y entre fase y neutro de 230 V., la caída de tensión más despreciable, no superara en ningún punto el 5%(p.m.t.)ó (Cdeg.).

Calcularemos el punto de mínima tensión y estableceremos el punto de apertura del anillo, que coincidirá con el armario más próximo a él, por exceso o por defecto. A efectos de cálculo, se consideran las potencias nominales sin aplicación de coeficientes de simultaneidad a fin de homogeneizar dicho cálculo.

No obstante, a efectos de determinación de cargas totales máximas en cada ramal del anillo, se verifica la idoneidad del cálculo, aplicándose máxima a circular por cada ramal, tanto a efectos de carga, como de caída de tensión.

En base a lo anterior, llevamos a cabo el cálculo de los distintos anillos, atendiendo a las consideraciones siguientes:

### Formulas Generales:

- a) Cálculo del punto de Mínima Tensión.

$$p.m.t. = \frac{\sum(P \times L)}{P} = \text{Punto de mínima tensión (m)}$$

- b) Cálculo de la intensidad

$$I = \frac{W}{\sqrt{3} \times U \times \cos\phi} = \text{amp(A)}$$

- c) Cálculo de la caída de Tensión

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot I \cdot L (R \cos\phi + X \sin\phi)$$

W = Potencia en kW

U = Tensión compuesta en kV

$\Delta U$  = Caída de tensión

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)

I = Intensidad en amperios  
L = Longitud de la línea en km.  
R = Resistencia del conductor en  $\Omega/\text{km}$   
X = Reactancia a frecuencia 50 Hz en  $\Omega/\text{km}$ .  
 $\cos\phi$  = Factor de potencia

La caída de tensión producida en la línea, puesta en función del momento eléctrico W.L., teniendo en cuenta las fórmulas anteriores viene dada por :

$$\Delta U\% = \frac{W \times L}{10 \times U^2} (R + X \tan\phi)$$

Donde  $\Delta U\%$  viene dada en % de la tensión compuesta U en voltios.

En ambos apartados, b) y c), se considerará un factor de potencia para el cálculo de  $\cos\phi = 0,9$

### 2.1.1.- Previsión de potencia.

PARCELA	NUMERO DE VIVIENDAS	ELECTRIFICACION	ASCENSORES (KW)	ALUMBRADO ESCALERA (KW)	GARAJES (KW)	POTENCIA (KW)
1	11	ELEVADA				101,20
2	95	BASICA	40,5	31,05	65,08	682,88
3	97	BASICA	40,5	31,05	66,86	696,16
4	20	ELEVADA				184,00
5	24	ELEVADA				220,80
6-A	17	ELEVADA				156,40
6-B	14	ELEVADA				128,80
7	32	ELEVADA				294,40
8	24	ELEVADA				220,80
9	23	ELEVADA				211,60
E.S.						43,38
E.E.						75,51
1 EL						22,86
2 EL						20,88
3 EL						11,61
4 EL						12,56
A.V.						40
<b>P.TOTAL</b>						<b>3123,84</b>

E. Básica = 5.750 W.  
E. Elevada = 9.200 W.

Memoria	
ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL	
Promotor:	Ubicación:
U.P.C.T.	Barrio de los Dolores
Fecha:	C.P. Localidad (Provincia):
Sept / 2013	30310 Cartagena (Murcia)

### Carga correspondiente a un conjunto de viviendas:

Se obtendrá multiplicando la media aritmética de las potencias máximas previstas en cada vivienda por el coeficiente de simultaneidad indicado en la tabla 2.1, según el número de viviendas.

$$P = \text{coeficiente simult.} \times \text{tipo electrificación (kw)}$$

Nº Viviendas (n)	Coeficiente de Simultaneidad
1	1
2	2
3	3
4	3,8
5	4,6
6	5,4
7	6,2
8	7
9	7,8
10	8,5
11	9,2
12	9,9
13	10,6
14	11,3
15	11,9
16	12,5
17	13,1
18	13,7
19	14,3
20	14,8
21	15,3
n>21	15,3+(n-21).0,5

### Carga Ascensores.

Tipo de aparato elevador	Carga (kg)	Nº de personas	Velocidad (m/s)	Potencia (kW)
ITA-1	400	5	0,63	4,5
ITA-2	400	5	1,00	7,5
ITA-3	630	8	1,00	11,5
ITA-4	630	8	1,60	18,5
ITA-5	1000	13	1,60	29,5
ITA-6	1000	13	2,50	46,0

$$P. \text{ Ascensores} = 4,5 \times 9 (\text{nº de Escaleras}) = 40,5$$

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)

### Carga alumbrado escalera.

$$P. \text{ Alumbrado escalera} = 34,50 \times 9 (\text{n}^\circ \text{ de Escaleras}) = 31,05$$

### Cargas Garajes

Para el cálculo de potencia de los garajes se ha tenido en cuenta una superficie útil del 80% de la superficie total, y una previsión de 20 W/m<sup>2</sup> para dar cumplimiento al Código Técnico de la Edificación, en cuanto a la obligatoriedad de disponer de un sistema de ventilación forzada. La alimentación de los mismos se llevará a cabo en dos fases de acuerdo con la previsión expuesta anteriormente.

$$P = (80\% \text{ AREA}) \times 20 = (W)$$

### Cargas zonas ajardinadas.

$$P_{\text{jardin}} = \frac{\text{Area}(m^2)}{30 m^2} \times 100 \times 1,8 = (W)$$

Factor de corrección lámparas de descarga = 1,8

### **2.1.2.-Intensidad.**

El cálculo de la intensidad que circulará por cada rama de los distintos anillos se hará utilizando la expresión del apartado 2.1, a partir de este primer dato de intensidad podremos estimar que tipo de sección de conductor deberemos escoger para la composición del anillo.

Las intensidades máximas que soportan los conductores son las correspondientes a la siguiente tabla:

**Intensidades Admisibles**

Sección de fase en mm <sup>2</sup>	Enterrados	Entubados	Al aire
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390

Para comprobar que la intensidad que pasará por el conductor no sobrepase su valor límite compararemos ésta con la que nos proporciona el tipo de conductor elegido y aplicándole un factor de corrección para el caso que sea necesario.

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)

**Tabla A.9.2 – Factores de corrección para agrupamiento de cables de 0,6/1 kV soterrados**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto (los circuitos están separados entre sí)					
Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables directamente soterrados				
	Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	–
9	0,49	0,62	0,72	0,79	–
10	0,48	0,61	0,71		

Intensidades que circulan por las distintas ramas:

		P.Anillo(KW)	p.m.t.		P.Línea(KW)	I(A)
CT-1	Anillo 1	340,15	64,4	Línea 1	123,67	233,34
				Línea 2	143,45	270,66
	Anillo 2	184,00	170,1	Línea 1	78,20	125,41
				Línea 2	78,20	125,41
CT-2	Anillo 1	374,15	227,1	Línea 1	130,06	208,59
				Línea 2	164,32	263,53
	Anillo 2	404,20	195,0	Línea 1	140,57	239,83
				Línea 2	140,57	239,83
CT-3	Anillo 1	398,40	107,5	Línea 1	146,32	244,44
				Línea 2	149,15	249,17
	Anillo 2	220,80	122,7	Línea 1	91,08	146,07
				Línea 2	91,08	146,07
CT-4	Anillo 1	298,72	232,4	Línea 1	136,16	218,37
				Línea 2	114,4	183,47
	Anillo 2	296,80	314,3	Línea 1	134,48	215,68
				Línea 2	123,68	198,35
CT-R	Anillo 1	306,08	267,1	Línea 1	103,96	166,73
				Línea 2	120,52	193,29
	Anillo 2	294,40	186,2	Línea 1	103,96	166,73
				Línea 2	126,04	202,14

**Nota:**

P. Línea ha sido calculada aplicando el coeficiente de simultaneidad de un conjunto de viviendas.

I. Línea ha sido calculada aplicando el factor de corrección para agrupamiento de cables.

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



### 2.1.3.- Caídas de Tensión.

La caída de tensión producida en la línea, puesta en función del momento eléctrico W.L., teniendo en cuenta las fórmulas anteriores viene dada por :

$$AU\% = \frac{W \times L}{10 \times U^2} (R + X \tan \phi)$$

Sección de fase en mm <sup>2</sup>	R - 20° en Ω/km	X en Ω/km
50	0,641	0,080
95	0,320	0,076
150	0,206	0,075
240	0,125	0,070

Ver Tablas de Calculo en apartado 2.1.5.

### 2.1.4.- Otras Características eléctricas.

Los distintos fusibles a utilizar para la protección de los anillos de baja tensión son los especificados en la siguiente tabla y serán de la clase gG, escogeremos aquel fusible que soporte la corriente que pasará de forma habitual con todas las cargas conectadas y nos cubra las distancias hasta el punto donde se abre el anillo. Estos se ubicarán en el Cuadro de Baja Tensión del Centro de Transformación.

Cable	Intensidad nominal de fusible					
	100	125	160	200	250	315
RV 0,6/1 kV 4 x 50 Al	190	155	115			
RV 0,6/1 kV 3 x 95 + 1 x 50 Al	255	205	155	120		
RV 0,6/1 kV 3 x 150 + 1 x 95 Al	470	380	285	215	165	
RV 0,6/1 kV 3 x 240 + 1 x 150 Al	-	605	455	345	260	195
Longitudes en metros <sup>(1)</sup>						

### 2.1.5.- Tablas de tendido y resultados de cálculos.

Calculo p.m.t. sin aplicar coeficientes de simultaneidad.

CENTRO DE TRANSFORMACION 1 - Anillo 1				
	Tramo	Longitud	Σ Longitud	Potencia
Inicio	CT-1/CGP16	19	19	132,3
p.m.t.	CGP16/CGP18	47	66	71,2

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)

	CGP18/CGP19	20	86	71,2
	CGP19/CGP17	45	131	65,45
Final	CGP17/CT-1	35	166	

Calculo Potencia e Intensidad aplicando factores de simultaneidad.

LINEA 1				
CGP	POTENCIA(KW)	INTENSIDAD(A)	AU %	AU% ACUMULADA
16	123,67	198,34	0,23	0,23
LINEA 2				
18	60,85	97,59	0,12	0,12
19	106,75	171,20	0,47	0,59
17	143,45	230,06	0,50	1,09

### Línea 1

$K_t \equiv$  factor de corrección agrupamientos de cables (4 circuitos,  $d=0,6$ ) = 0,85

$$I_{tabla} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{198,34}{0,85} = 233,34 \text{ (A)}$$

- **Conductor:** RV 0,6/1 kV 3x240 + 1x150 Al.
- **Fusible:** 250 A.
- **Distancia protegida:** 260 m  $\geq$  19 m (distancia Línea 1)

### Línea 2

$K_t \equiv$  factor de corrección agrupamientos de cables (4 circuitos,  $d=0,6$ ) = 0,85

$$I_{tabla} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{230,06}{0,85} = 270,66 \text{ (A)}$$

- **Conductor:** RV 0,6/1 kV 3x240 + 1x150 Al.
- **Fusible:** 315 A.
- **Distancia protegida:** 195 m  $\geq$  100 m (distancia Línea 2)

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)

Calculo p.m.t. sin aplicar coeficientes de simultaneidad.

CENTRO DE TRANSFORMACION 1 - Anillo 2				
	Tramo	Longitud Tramo	$\Sigma$ Longitud	Potencia
Inicio	CT-1/CGP25	80	80	18,4
	CGP25/CGP26	15	95	18,4
	CGP26/CGP27	15	110	18,4
	CGP27/CGP28	15	125	18,4
	CGP28/CGP29	33	158	18,4
p.m.t.	CGP29/CGP30	17	175	18,4
	CGP30/CGP31	42	217	18,4
	CGP31/CGP32	15	232	18,4
	CGP32/CGP33	15	247	18,4
	CGP33/CGP34	15	262	18,4
Final	CGP34/CT-1	108	370	

Calculo Potencia e Intensidad aplicando factores de simultaneidad.

LINEA 1				
CGP	POTENCIA(KW)	INTENSIDAD(A)	AU %	AU% ACUMULADA
25	78,20	125,41	0,95	1,38
26	64,40	103,28	0,15	0,43
27	49,68	79,68	0,11	0,28
28	34,96	56,07	0,08	0,17
29	18,4	29,51	0,09	0,09
LINEA 2				
30	18,4	29,51	0,11	0,11
31	34,96	56,07	0,08	0,19
32	49,68	79,68	0,11	0,30
33	64,4	103,28	0,15	0,45
34	78,2	125,41	1,28	1,73

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)

### Línea 1

$K_t \equiv$  factor de corrección agrupamientos de cables = 1

$$I_{tabla} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{125,41}{1} = 125,41 \text{ (A)}$$

- **Conductor:** RV 0,6/1 kV 3x150 + 1x95 Al.
- **Fusible:** 160 A.
- **Distancia protegida:** 285 m  $\geq$  158 m (distancia Línea 1)

### Línea 2

$K_t \equiv$  factor de corrección agrupamientos de cables = 1

$$I_{tabla} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{125,41}{1} = 125,41 \text{ (A)}$$

- **Conductor:** RV 0,6/1 kV 3x150 + 1x95 Al.
- **Fusible:** 160 A.
- **Distancia protegida:** 285 m  $\geq$  195 m (distancia Línea 2)

Calculo p.m.t. sin aplicar coeficientes de simultaneidad.

CENTRO DE TRANSFORMACION 2 - Anillo 1				
	Tramo	Longitud Tramo	$\Sigma$ Longitud	Potencia
Inicio	CT-2/CGP15	20	20	71,2
	CGP15/CGP11	86	106	65,45
	CGP11/CGP6	60	166	18,4
	CGP6/CGP5	17	183	18,4
	CGP5/CGP1	37	220	9,2
p.m.t.	CGP1/CGP2	52	272	18,4
	CGP2/CGP3	17	289	18,4

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)

	CGP3/CGP4	17	306	18,4
	CGP4/CGP13	77	383	136,3
Final	CGP13/CT-2	54	437	

Calculo Potencia e Intensidad aplicando factores de simultaneidad.

LINEA 1				
CGP	POTENCIA(KW)	INTENSIDAD(A)	AU %	AU% ACUMULADA
15	130,06	208,59	0,26	1,36
11	90,06	144,44	0,77	1,10
6	42,32	67,87	0,25	0,33
5	27,60	44,26	0,05	0,08
1	9,20	14,75	0,03	0,03
LINEA 2				
2	18,4	29,51	0,03	0,03
3	34,96	56,07	0,06	0,09
4	49,68	79,68	0,38	0,47
13	164,32	263,53	0,88	1,35

### Línea 1

$K_t \equiv$  factor de corrección agrupamientos de cables = 1

$$I_{tabla} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{208,59}{1} = 208,59 \text{ (A)}$$

- **Conductor:** RV 0,6/1 kV 3x240 + 1x150 Al.
- **Fusible:** 250 A.
- **Distancia protegida:** 260 m  $\geq$  220 m (distancia Línea 1)

### Línea 2

$K_t \equiv$  factor de corrección agrupamientos de cables = 1

$$I_{tabla} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{263,53}{1} = 263,53 \text{ (A)}$$

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)

- **Conductor:** RV 0,6/1 kV 3x240 + 1x150 Al.
- **Fusible:** 315 A.
- **Distancia protegida:** 195 m  $\geq$  165 m (distancia Línea 2)

Calculo p.m.t. sin aplicar coeficientes de simultaneidad.

CENTRO DE TRANSFORMACION 2 - Anillo 2				
	Tramo	Longitud Tramo	$\Sigma$ Longitud	Potencia
Inicio	CT-2/CGP12	85	85	71,20
	CGP12/CGP9	50	135	65,45
	CGP9/CGP7	47	182	65,45
p.m.t.	CGP7/CGP8	16	198	65,45
	CGP8/CGP10	45	243	65,45
	CGP10/CGP14	82	325	71,20
Final	CGP14/CT-2	34	359	

Calculo Potencia e Intensidad aplicando factores de simultaneidad.

LINEA 1				
CGP	POTENCIA(KW)	INTENSIDAD(A)	AU %	AU% ACUMULADA
12	140,57	225,44	1,19	1,95
9	101,00	161,98	0,50	0,76
7	56,83	91,13	0,26	0,26
LINEA 2				
8	56,83	91,13	0,09	0,09
10	101,00	161,98	0,45	0,54
14	140,57	225,44	1,15	1,69

### Línea 1

$K_t \equiv$  factor de corrección agrupamientos de cables (2 circuitos,  $d=0,6$ ) = 0,94

$$I_{tabla} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{225,44}{0,94} = 239,83 \text{ (A)}$$

- **Conductor:** RV 0,6/1 kV 3x240 + 1x150 Al.

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)

- **Fusible:** 250 A.
- **Distancia protegida:** 260 m  $\geq$  182 m (distancia Línea 1)

## Línea 2

Kt  $\equiv$  factor de corrección agrupamientos de cables (2 circuitos, d=0,6) = 0,94

$$I_{tabla} = \frac{I_{max}}{Kt} = \frac{225,44}{0,94} = 239,83 \text{ (A)}$$

- **Conductor:** RV 0,6/1 kV 3x240 + 1x150 Al.
- **Fusible:** 250 A.
- **Distancia protegida:** 260 m  $\geq$  161 m (distancia Línea 2)

Calculo p.m.t. sin aplicar coeficientes de simultaneidad.

CENTRO DE TRANSFORMACION 3 - Anillo 1				
	Tramo	Longitud Tramo	$\Sigma$ Longitud	Potencia
Inicio	CT-3/CGP20	12	12	71,2
	CGP20/CGP22	48	60	71,2
	CGP22/CGP24	35	95	71,2
p.m.t.	CGP24/CGP(CM+j1)	21	116	42,2
	CGP(CM+j1)/CGP23	40	156	71,2
	CGP23/CGP21	50	206	71,2
Final	CGP21/CT-3	27	233	

LINEA 1				
CGP	POTENCIA(KW)	INTENSIDAD(A)	AU %	AU% ACUMULADA
20	146,32	234,66	0,27	1,25
22	106,75	171,2	0,77	0,98
24	60,85	97,59	0,21	0,21
LINEA 2				
CM+j1	42,40	68,00	0,25	0,25
23	103,25	165,59	0,78	1,03

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)

21	149,15	239,20	0,61	1,64
----	--------	--------	------	------

Calculo Potencia e Intensidad aplicando factores de simultaneidad.

### Línea 1

$K_t \equiv$  factor de corrección agrupamientos de cables (2 circuitos,  $d=0,8$ ) = 0,96

$$I_{tabla} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{234,66}{0,96} = 244,44 \text{ (A)}$$

- **Conductor:** RV 0,6/1 kV 3x150 + 1x95 Al.
- **Fusible:** 250 A.
- **Distancia protegida:** 165 m  $\geq$  95 m (distancia Línea 1)

### Línea 2

$K_t \equiv$  factor de corrección agrupamientos de cables (2 circuitos,  $d=0,8$ ) = 0,96

$$I_{tabla} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{239,20}{0,96} = 249,17 \text{ (A)}$$

- **Conductor:** RV 0,6/1 kV 3x150 + 1x95 Al.
- **Fusible:** 250 A.
- **Distancia protegida:** 165 m  $\geq$  117 m (distancia Línea 2)

Calculo p.m.t. sin aplicar coeficientes de simultaneidad.

CENTRO DE TRANSFORMACION 3 - Anillo 2				
	Tramo	Longitud Tramo	$\Sigma$ Longitud	Potencia
Inicio	CT-3/CGP35	12	12	18,4
	CGP35/CGP36	16	28	18,4
	CGP36/CGP37	16	44	18,4
	CGP37/CGP38	16	60	18,4
	CGP38/CGP39	16	76	18,4

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



	CGP39/CGP40	32	108	18,4
p.m.t.	CGP40/CGP41	17	125	18,4
	CGP41/CGP42	44	169	18,4
	CGP42/CGP43	16	185	18,4
	CGP43/CGP44	16	201	18,4
	CGP44/CGP45	16	217	18,4
	CGP45/CGP46	16	233	18,4
Final	CGP46/CT-3	44	277	

Calculo Potencia e Intensidad aplicando factores de simultaneidad.

LINEA 1				
CGP	POTENCIA(KW)	INTENSIDAD(A)	AU %	AU% ACUMULADA
35	91,08	146,07	0,24	1,18
36	78,20	125,41	0,28	0,94
37	64,40	103,28	0,23	0,66
38	49,68	79,68	0,18	0,43
39	34,96	56,07	0,12	0,25
40	18,40	29,51	0,13	0,13
LINEA 2				
41	18,40	29,51	0,18	0,18
42	34,96	56,07	0,12	0,30
43	49,68	79,68	0,18	0,48
44	64,40	103,28	0,23	0,71
45	78,20	125,41	0,28	0,99
46	91,08	146,07	0,89	1,88

### Línea 1

$K_t \equiv$  factor de corrección agrupamientos de cables= 1

$$I_{tabla} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{146,07}{1} = 146,07 \text{ (A)}$$

- **Conductor:** RV 0,6/1 kV 3x95 + 1x50 AL.
- **Fusible:** 160 A.
- **Distancia protegida:** 155 m  $\geq$  108 m (distancia Línea 1)

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)

## Línea 2

$K_t \equiv$  factor de corrección agrupamientos de cables = 1

$$I_{tabla} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{146,07}{1} = 146,07 \text{ (A)}$$

- **Conductor:** RV 0,6/1 kV 3x95 + 1x50 Al.
- **Fusible:** 160 A.
- **Distancia protegida:** 155 m  $\geq$  152 m (distancia Línea 2)

Calculo p.m.t. sin aplicar coeficientes de simultaneidad.

CENTRO DE TRANSFORMACION 4 - Anillo 1				
	Tramo	Longitud Tramo	$\Sigma$ Longitud	Potencia
Inicio	CT-4/CGP91	57	57	18,4
	CGP91/CGP92	14	71	18,4
	CGP92/CGP93	14	85	18,4
	CGP93/CGP94	14	99	18,4
	CGP94/CGP95	14	113	18,4
	CGP95/CGP96	37	150	18,4
	CGP96/CGP97	14	164	18,4
	CGP97/CGP98	14	178	18,4
	CGP98/CGP99	35	213	18,4
	CGP99/CGP100	15	228	18,4
p.m.t.	CGP100/CGP101	14	242	18,4
	CGP101/CGP102	14	256	20,8
	CGP102/CGP107	124	380	25,17
	CGP 107/CGP106	73	453	25,17
	CGP106/CGP105	69	522	25,17
Final	CGP105/CT-4	30	552	

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)

Calculo Potencia e Intensidad aplicando factores de simultaneidad.

LINEA 1				
CGP	POTENCIA(KW)	INTENSIDAD(A)	AU %	AU% ACUMULADA
91	136,16	218,37	0,77	1,97
92	126,04	202,14	0,17	1,20
93	115	184,43	0,16	1,03
94	103,96	166,73	0,14	0,87
95	91,08	146,07	0,13	0,73
96	78,2	125,41	0,29	0,60
97	64,4	103,28	0,09	0,31
98	49,68	79,68	0,07	0,22
99	34,96	56,07	0,12	0,15
100	18,4	29,51	0,03	0,03
LINEA 2				
101	18,4	29,51	0,03	0,03
102	39,21	62,88	0,48	0,51
107	64,38	103,25	0,47	0,98
106	89,55	143,62	0,61	1,59
105	114,72	183,98	0,34	1,93

### Línea 1

$K_t \equiv$  factor de corrección agrupamientos de cables = 1

$$I_{tabla} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{218,37}{1} = 218,37 \text{ (A)}$$

- **Conductor:** RV 0,6/1 kV 3x240 + 1x150 Al.
- **Fusible:** 250 A.
- **Distancia protegida:** 260 m  $\geq$  224 m (distancia Línea 1)

### Línea 2

$K_t \equiv$  factor de corrección agrupamientos de cables = 1

$$I_{tabla} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{183,98}{1} = 183,98 \text{ (A)}$$

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)

- **Conductor:** RV 0,6/1 kV 3x240 + 1x150 Al.
- **Fusible:** 200 A.
- **Distancia protegida:** 345 m  $\geq$  313 m (distancia Línea 2)

Calculo p.m.t. sin aplicar coeficientes de simultaneidad.

CENTRO DE TRANSFORMACION 4 - Anillo 2				
	Tramo	Longitud Tramo	$\Sigma$ Longitud	Potencia
Inicio	CT-4/CGP104	48	48	18,4
	CGP104/CGP103	48	96	18,4
	CGP103/CGP79	59	155	18,4
	CGP79/CGP80	16	171	18,4
	CGP80/CGP81	16	187	18,4
	CGP81/CGP82	16	293	18,4
	CGP82/CGP83	16	219	18,4
	CGP83/CGP84	16	235	18,4
p.m.t.	CGP84/CGP85	56	291	18,4
	CGP85/CGP86	16	307	18,4
	CGP86/CGP87	16	323	18,4
	CGP87/CGP88	16	339	18,4
	CGP88/CGP89	16	355	18,4
	CGP89/CGP90	16	371	18,4
	CGP 90/CGP(CM+J4)	46	417	32,6
Final	CGP(CM+J4)/CT-4	13	430	

## LINEA 1

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)

CGP	POTENCIA(KW)	INTENSIDAD(A)	AU %	AU% ACUMULADA
104	134,48	215,68	0,64	2,10
103	112,78	180,87	0,54	1,46
79	91,08	146,07	0,53	0,92
80	78,20	125,41	0,12	0,39
81	64,40	103,28	0,10	0,27
82	49,68	79,68	0,08	0,17
83	34,96	56,07	0,06	0,09
84	18,40	29,51	0,03	0,03
<b>LÍNEA 2</b>				
85	18,4	29,51	0,03	0,03
86	34,96	56,07	0,06	0,09
87	49,68	79,68	0,08	0,17
88	64,40	103,28	0,10	0,27
89	78,20	125,41	0,12	0,39
90	91,08	146,07	0,41	0,80
CM+J4	123,68	198,35	0,16	0,96

Calculo Potencia e Intensidad aplicando factores de simultaneidad.

### Línea 1

$K_t \equiv$  factor de corrección agrupamientos de cables = 1

$$I_{tabla} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{215,68}{1} = 215,68 \text{ (A)}$$

- **Conductor:** RV 0,6/1 kV 3x240 + 1x150 Al.
- **Fusible:** 250 A.
- **Distancia protegida:** 260 m  $\geq$  235 m (distancia Línea 1)

### Línea 2

$K_t \equiv$  factor de corrección agrupamientos de cables = 1

$$I_{tabla} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{198,35}{1} = 198,35 \text{ (A)}$$

- **Conductor:** RV 0,6/1 kV 3x240 + 1x150 Al.

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)

- **Fusible:** 200 A.
- **Distancia protegida:** 345 m  $\geq$  139 m (distancia Línea 2)

Calculo p.m.t. sin aplicar coeficientes de simultaneidad.

CENTRO DE REPARTO (C.R.) - Anillo 1				
	Tramo	Longitud Tramo	$\Sigma$ Longitud	Potencia
Inicio	CT-R/CGP56	55	55	18,4
	CGP56/CGP57	15	70	18,4
	CGP57/CGP58	15	85	18,4
	CGP58/CGP59	15	100	18,4
	CGP59/CGP60	15	115	18,4
	CGP60/CGP61	15	130	18,4
	CGP61/CGP62	15	145	18,4
p.m.t.	CGP62/CGP47	178	323	18,4
	CGP47/CGP48	15	338	18,4
	CGP48/CGP49	15	353	18,4
	CGP49/CGP50	15	368	18,4
	CGP50/CGP51	15	383	18,4
	CGP51/CGP52	15	398	18,4
	CGP52/CGP53	15	413	18,4
	CGP53/CGP54	15	428	18,4
	CGP54/CGP55	24	452	30,08
Final	CGP55/CT-R	7	459	

LINEA 1				
CGP	POTENCIA(KW)	INTENSIDAD(A)	AU %	AU% ACUMULADA
56	103,96	166,73	0,87	1,63
57	91,08	146,07	0,20	0,76

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)

58	78,20	125,41	0,18	0,56
59	64,4	103,28	0,15	0,38
60	49,68	79,68	0,11	0,23
61	34,96	56,07	0,08	0,12
62	18,04	29,51	0,04	0,04
<b>LÍNEA 2</b>				
47	18,4	29,51	0,04	0,04
48	34,96	56,07	0,08	0,12
49	49,68	79,68	0,11	0,23
50	64,40	103,28	0,15	0,38
51	78,20	125,41	0,18	0,56
52	91,08	146,07	0,20	0,76
53	103,96	166,73	0,24	1,00
54	115	184,43	0,42	1,42
55	141,42	226,81	0,15	1,57

Calculo Potencia e Intensidad aplicando factores de simultaneidad.

### Línea 1

$K_t \equiv$  factor de corrección agrupamientos de cables = 1

$$I_{tabla} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{166,73}{1} = 166,73 \text{ (A)}$$

- **Conductor:** RV 0,6/1 kV 3x150 + 1x95 Al.
- **Fusible:** 200 A.
- **Distancia protegida:** 215 m  $\geq$  145 m (distancia Línea 1)

### Línea 2

$K_t \equiv$  factor de corrección agrupamientos de cables = 1

$$I_{tabla} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{226,81}{1} = 226,81 \text{ (A)}$$

- **Conductor:** RV 0,6/1 kV 3x150 + 1x95 Al.
- **Fusible:** 250 A.

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)

➤ **Distancia protegida:** 165 m  $\geq$  139 m (distancia Línea 2)

Calculo p.m.t. sin aplicar coeficientes de simultaneidad.

CENTRO DE REPARTO (C.R.) - Anillo 2				
	Tramo	Longitud Tramo	$\Sigma$ Longitud	Potencia
Inicio	CT-R/CGP63	66	66	18,4
	CGP63/CGP64	16	82	18,4
	CGP64/CGP65	16	98	18,4
	CGP65/CGP66	16	114	18,4
	CGP66/CGP67	16	130	18,4
	CGP67/CGP68	16	146	18,4
	CGP68/CGP69	35	181	18,4
p.m.t.	CGP69/CGP70	15	196	18,4
	CGP70/CGP71	34	230	18,4
	CGP71/CGP72	16	246	18,4
	CGP72/CGP73	16	262	18,4
	CGP73/CGP74	16	278	18,4
	CGP74/CGP75	16	294	18,4
	CGP75/CGP76	16	310	18,4
	CGP76/CGP77	16	326	18,4
	CGP77/CGP78	38	364	18,4
Final	CGP78/CT-R	67	431	

LINEA 1				
CGP	POTENCIA(KW)	INTENSIDAD(A)	AU %	AU% ACUMULADA
63	103,96	166,73	0,68	1,25
64	91,08	146,07	0,15	0,57
65	78,20	125,41	0,12	0,42
66	64,4	103,28	0,10	0,30
67	49,68	79,68	0,08	0,20
68	34,96	56,07	0,06	0,12
69	18,04	29,51	0,06	0,06

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



LINEA 2				
70	18,04	29,51	0,06	0,06
71	34,96	56,07	0,06	0,12
72	49,68	79,68	0,08	0,20
73	64,40	103,28	0,10	0,30
74	78,20	125,41	0,12	0,42
75	91,08	146,07	0,14	0,56
76	103,96	166,73	0,16	0,74
77	115	184,43	0,43	1,17
78	126,04	202,14	0,84	2,01

Calculo Potencia e Intensidad aplicando factores de simultaneidad.

### Línea 1

$K_t \equiv$  factor de corrección agrupamientos de cables = 1

$$I_{tabla} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{166,73}{1} = 166,73 \text{ (A)}$$

- **Conductor:** RV 0,6/1 kV 3x240 + 1x150 Al.
- **Fusible:** 200 A.
- **Distancia protegida:** 345 m  $\geq$  181 m (distancia Línea 1)

### Línea 2

$K_t \equiv$  factor de corrección agrupamientos de cables = 1

$$I_{tabla} = \frac{I_{max}}{K_t} = \frac{202,14}{1} = 202,14 \text{ (A)}$$

- **Conductor:** RV 0,6/1 kV 3x240 + 1x150 Al.
- **Fusible:** 250 A.
- **Distancia protegida:** 260 m  $\geq$  235 m (distancia Línea 2)

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

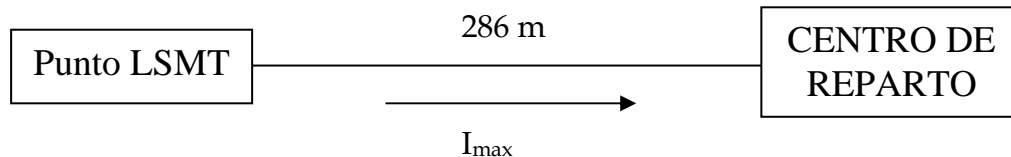
Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)

## 2.2.- CALCULOS ELECTRICOS LINEA SUBTERRANEA DE MEDIA TENSION.

### 2.2.1.-ACOMETIDA LSMT-CENTRO DE REPARTO.



#### 2.2.1.1- Previsión de potencia.

Las necesidades de potencia responden a la demanda del centro de transformación de Abonado y de los 5 centros de transformación proyectados de acuerdo con las necesidades del conjunto de viviendas y servicios del residencial. La Línea Subterránea de Media Tensión tendrá que alimentar a los 5 Centros de Transformación cada uno con una potencia de 400 kVA y al centro de de transformación del abonado con una potencia de 400 kVA, por lo tanto los cálculos se harán respecto a una previsión de potencia de 2400 kVA.

C.R.	400
C.T. 1	400
C.T. 2	400
C.T. 3	400
C.T. 4	400
C.T. ABONADO	400

El CMR realiza las funciones de maniobra y reparto enlazando la línea de acometida con el anillo de media tensión y el centro de transformación de abonado.

#### 2.2.1.2.- Intensidad y densidad de corriente.

La intensidad de corriente que circulará por la línea que se derivará para conectar con el Centro de Transformación será de:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \times U} = \frac{2.400}{\sqrt{3} \times 20} = 69,28$$

S = Potencia aparente en kVA

U = Tensión en kV

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)

**Intensidad máxima admisible, (A), en servicio permanente y con corriente alterna, de los cables con conductores de aluminio con aislamiento seco instalación directamente enterrada para tensiones nominales hasta 18/30 kV**

Sección nominal de los conductores mm <sup>2</sup>	Tipo de aislamiento seco	
	XLPE	HEPR
150	260	275
240	345	365
400	445	470

Por lo tanto de acuerdo con la intensidad que pasará por el conductor y los tipos decables a utilizar por Iberdrola, escogeremos el conductor de sección 150 mm2 que nos admite una intensidad máxima de 275 A.

Las condiciones de instalación del conductor serán:

- Terna de cables unipolares.
- Directamente enterrado.
- Profundidad de instalación 1 metro.
- Resistividad térmica del terreno 1,5 K.m/W.
- Temperatura del terreno de 25°C.

La densidad de corriente que circulará por el conductor escogido para la L.S.M.T. seráde:

$$\partial = \frac{\text{Intensidad}}{\text{Seccion}} = \frac{69,28}{150} = 0,46$$

### 2.2.1.3.- Reactancia.

**Tabla 2a**  
**Características cables con aislamiento de etileno propileno alto modulo (HEPR)**

Sección mm <sup>2</sup>	Tensión Nominal kV	Resistencia Máx. a 105°C Ω /km	Reactancia por fase Ω /km	Capacidad μ F/km
150	12/20	0,277	0,112	0,368
240		0,169	0,105	0,453
400		0,107	0,098	0,536
50	18/30	0,277	0,121	0,266
240		0,169	0,113	0,338
400		0,107	0,106	0,401

Temperatura máxima en servicio permanente 105°C

Temperatura máxima en cortocircuito t < 5s 250°C

El valor de la reactancia por fase del cable HEPRZI Al H-16 de 150 mm2de sección según tablas es de 0.112Ω/km.

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)

### 2.2.1.4.-Caída de Tensión.

$$\Delta U = \sqrt{3} \times I \times L \times (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$$

$\Delta V \equiv$  caída de tensión en voltios.

$I \equiv$  Intensidad en amperios.

$L \equiv$  Longitud en kilómetros.

$R \equiv$  Resistencia según norma Iberdrola =  $0.277 \Omega/\text{km}$ .

$X \equiv$  Reactancia por fase según norma de Iberdrola =  $0.112 \Omega/\text{km}$ .

$\Phi \equiv 25,84^\circ$

$$\Delta U = \sqrt{3} \times 69,28 \times 0,286 \times (0,277 \cos 25,84 + 0,112 \sin 25,84) = 10,23 \text{ v.}$$

$$\Delta U\% = \frac{10,23 \times 100}{20.000} = 0,051\% < 5\% \quad - \quad \text{Valido}$$

### 2.2.1.5.- Otras características eléctricas.

- Capacidad de transporte de línea.

$$P \times L = \frac{U^2}{100 \times (R + X \cdot \tan \varphi)} \times \% \Delta U_{\max}$$

$$P \times L = \frac{20^2}{100 \times (0,277 + 0,112 \cdot \tan 25,84)} \times 5 = 60,38 \text{ MW} \cdot \text{Km}$$

$P * L \equiv$  capacidad de transporte en MW.

$V \equiv$  tensión nominal en KV = 20 KV.

$\% \Delta V \equiv$  caída de tensión el % = 5%.

$R = 0.161 \Omega/\text{Km}$

$X = 0.105 \Omega/\text{Km}$

$\phi = 25,84$

- Potencia máxima de transporte.

$$P = \frac{P \times L}{L} = \frac{60,38}{0,286} = 211,11 \text{ MW}$$

- Intensidad Máxima Admisible en Cortocircuito.

$$I = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \times U} = \frac{350}{\sqrt{3} \times 20} = 10,10 \text{ KA.}$$

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



$S_{cc}$ : potencia de cortocircuito existente en el punto de la red según la compañía eléctrica.

Para un tiempo de actuación de los elementos de protección de 0.5 s, la intensidad máxima admisible por el conductor **HEPR 12/20 KV de 150 mm<sup>2</sup>** es de 19,9 KA > 10,10 KA. Según la tabla 26 del Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión, ITC-LAT 06.

Conforme a dicha tabla el conductor admite hasta un tiempo de actuación de los elementos de protección de 1,5 s con una corriente de cortocircuito de 11,5 KA > 10,10 KA.

#### 2.2.1.6.- Tablas de resultado de cálculos.

Tipo de conductor	<b>HEPRZ1 12/20 kV 3(1x150 mm<sup>2</sup>) Al</b>
Intensidad de corriente	<b>69.28 A</b>
Resistencia	<b>0.277 <math>\Omega</math>/km</b>
Reactancia	<b>0.112 <math>\Omega</math>/km</b>
Longitud	<b>286 m</b>
Caída de tensión	<b>10.23 V</b>
% Caída de tensión	<b>0.051 %</b>
Capacidad de transporte	<b>60.385 MW·km</b>
Potencia máx. de transporte	<b>211.11 MW</b>
Intensidad adm. cortocircuito	<b>10.10 KA (t = 0,5 seg)</b>

#### 2.3.1.7.- Análisis de las tensiones transferibles al exterior por tuberías, raíles, vallas, conductores de neutro, blindaje de cables, circuitos de señalización y de los puntos especialmente peligrosos y estudio de las formas de eliminación o reducción.

De acuerdo con las condiciones de diseño de la línea en una zona completamente nueva para su urbanización y teniendo en cuenta las condiciones del tipo de cable utilizado según el fabricante, las probabilidades de transferencia de tensión al exterior son mínimas. No obstante conviene tener en cuenta lo siguiente:

- Serán conectadas a tierra tanto la pantalla como la cubierta metálica del conductor.
- Las zanjas disponen de una profundidad estipuladas por la compañía suministradora de energía, y todas ellas serán de nueva realización y siendo tenidas en cuenta para posteriores instalaciones como servicio de telecomunicaciones, etc.

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

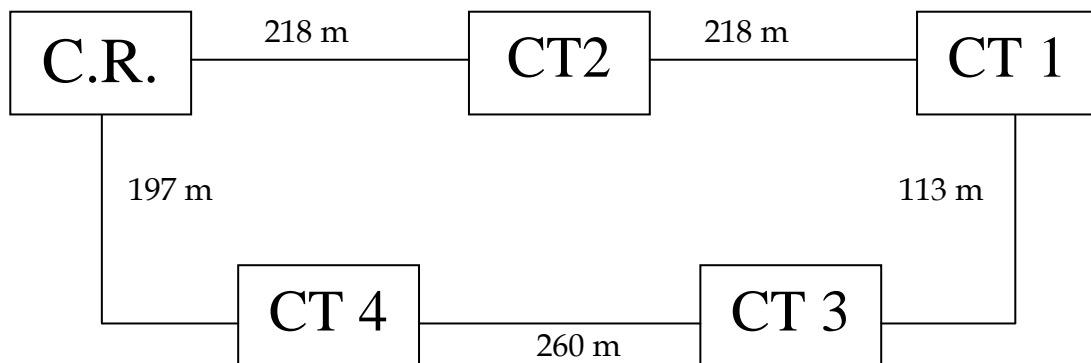
C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



- En el caso de que en su trazado, la zanja para el tendido del cable de MT, encuentre en su cercanía la cimentación de alguna farola o transporte de comunicaciones, se tenderá el cable a una distancia mínima de 50 cm. Si esta distancia no se puede cumplir, se utilizará una protección mecánica de resistencia adecuada, prolongada a 50 cm a ambos lados de los cantos descubiertos en el sentido longitudinal de la zanja.

## 2.2.2.- ANILLO DE MEDIA TENSION.



### 2.2.2.1- Previsión de potencia.

Las necesidades de potencia responden a la demanda de los once centros de transformación proyectados de acuerdo con las necesidades del conjunto de viviendas y servicios del residencial:

CT N°	S (KVA)
C.R.	400
C.T. 1	400
C.T. 2	400
C.T. 3	400
C.T. 4	400

### 2.2.2.2.- Intensidad y densidad de corriente.

#### • INTENSIDAD:

La intensidad a considerar en cada uno de los transformadores a efectos de cálculo en una LSMT en anillo será de:

TRANSFORMADORES DE 400 KVA:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \times U} = \frac{400}{\sqrt{3} \times 20} = 11,54$$

$$\left. \begin{array}{l} I = 11,54 \text{ A} \\ \Phi = 25,84^\circ \end{array} \right\} I = 10,38 - j 5,03$$

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)

Las condiciones de instalación del conductor serán:

- Terna de cables unipolares.
- Directamente enterrado.
- Profundidad de instalación 1 metro.
- Resistividad térmica del terreno 1,5 K.m/W.
- Temperatura del terreno de 25°C.

**Intensidad máxima admisible, (A), en servicio permanente y con corriente alterna, de los cables con conductores de aluminio con aislamiento seco instalación directamente enterrada para tensiones nominales hasta 18/30 kV**

Sección nominal de los conductores mm <sup>2</sup>	Tipo de aislamiento seco	
	XLPE	HEPR
150	260	275
240	345	365
400	445	470

Al transcurrir por una misma zanja 2 ternas de cables unipolares en el caso más desfavorable, distanciadas entre sí 0.2 m, aplicaremos de acuerdo con la tabla 10 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión ITC-LAT 06 un factor de corrección de 0.82, por tanto la intensidad a considerar, en el caso de la alimentación por uno de los extremos será:

$$I_{MÁX} = \sum I_i$$

$$I_{MÁX} = 51,93 - j25,15 \text{ (A)}$$

$$I_{MÁX} = 57,69 / 25,84^\circ \text{ (A)}$$

Aplicando el factor de corrección:

$$I_{tablas} = \frac{I_{max}}{f_c} = \frac{57,69}{0,82} = 70,35 \text{ A.}$$

El conductor seleccionado es el de 150 mm<sup>2</sup> que admite una intensidad de 275 A

$$275(A) > 70,35 \text{ (A)} \text{ (valido)}$$

#### • DENSIDAD

La densidad de corriente que circulará por el conductor escogido para la L.S.M.T. será:

Memoria	
ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL	
Promotor:	Ubicación:
U.P.C.T.	Barrio de los Dolores
Fecha:	C.P. Localidad (Provincia):
Sept / 2013	30310 Cartagena (Murcia)



$$\vartheta = \frac{\text{Intensidad}}{\text{Sección}} = \frac{70,35}{150} = 0,47$$

### 2.2.2.3.- Reactancia.

**Tabla 2a**  
Características cables con aislamiento de etileno propileno alto modulo (HEPR)

Sección mm <sup>2</sup>	Tensión Nominal kV	Resistencia Máx. a 105°C Ω /km	Reactancia por fase Ω /km	Capacidad μ F/km
150	12/20	0,277	0,112	0,368
240		0,169	0,105	0,453
400		0,107	0,098	0,536
50	18/30	0,277	0,121	0,266
240		0,169	0,113	0,338
400		0,107	0,106	0,401

Temperatura máxima en servicio permanente 105°C

Temperatura máxima en cortocircuito t < 5s 250°C

El valor de la reactancia por fase del cable HEPRZ1 unipolar de aluminio de 150 mm<sup>2</sup> de sección, según tablas es de 0.112 Ω/km.

### 2.2.2.4.- Caída de Tensión.

$$\Delta U = \sqrt{3} \times I \times L \times (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$$

$\Delta V \equiv$  caída de tensión en voltios.

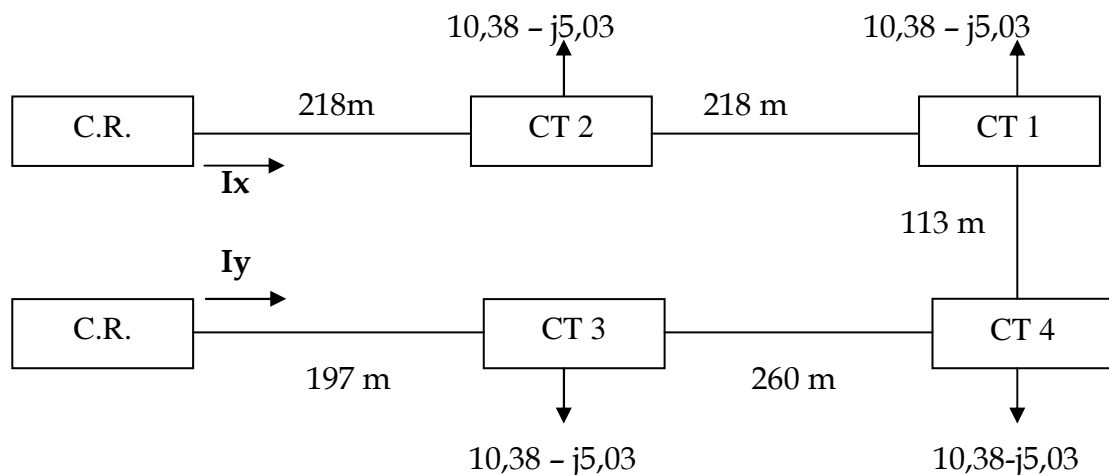
$I \equiv$  Intensidad en amperios.

$L \equiv$  Longitud en kilómetros.

$R \equiv$  Resistencia según norma Iberdrola = 0.277Ω/km.

$X \equiv$  Reactancia por fase según norma de Iberdrola = 0.112Ω/km.

$\Phi \equiv 25,84^\circ$



Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)

$$I_x = \sum I - I_y$$

$$I_y = \frac{\sum(Z \cdot I)_o}{Z_T}$$

Donde:

$$IMÁX = 51,93 - j25,15 \text{ (A)}$$

$Z = R + jX$  = Impedancia desde cada punto al origen, siendo los valores de resistencia y reactancia kilométrica los siguientes:

$$R = 0,277 \Omega/\text{km}$$

$$X = 0,112 \Omega/\text{km}$$

TRAMO	DISTANCIA (m)	RESISTENCIA ( R )	REACTANCIA (X)	IMPEDANCIA (Z)
CR-CT2	218	0,060	0,024	0,064/ <u>21,8°</u>
CR-CT1	436	0,120	0,048	0,129/ <u>21,8°</u>
CR-CT4	549	0,152	0,061	0,163/ <u>21,8°</u>
CR-CT3	809	0,224	0,090	0,241/ <u>21,8°</u>
CR-CR=ZT	1006	0,278	0,112	0,300/ <u>21,9°</u>

$$I_y = 20,69 - j 10,05 = 23/-25,9°$$

$$I_x = 20,83 - j 10,07 = 23,13/25,8°$$

Para localizar el punto de mínima tensión, calculamos las corrientes que circulan por cada tramo:

TRAMO	INTENSIDAD
CR - CT 2	20,83 - j 10,07
CT 2 - CT 1	10,45 - j 5,04
CT 1 - CT 4	0,07 - j 0,01
CT 4 - CT 3	-10,31 + j 5,02
CT 3 - CR	-20,69 + j 10,05

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

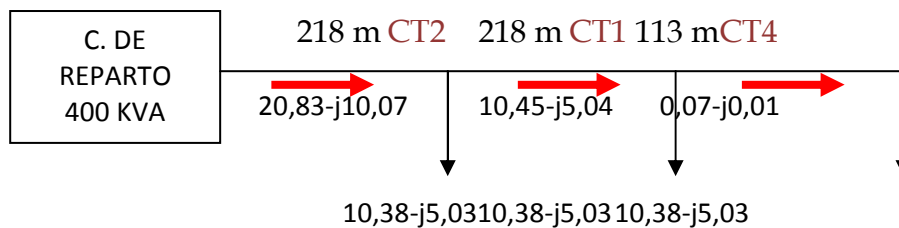
C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)

De donde se extrae que el **punto de mínima tensión** es el **punto CT 4**.

• Cálculo de la caída de tensión:

Al ser el punto CT 4 el de mínima tensión podemos establecer dicho punto como el punto de apertura de la línea, utilizando por tanto el circuito equivalente representado en la figura siguiente para realizar dicho cálculo:



La expresión que emplearemos para el cálculo de la caída de tensión es:

$$\Delta U = \sqrt{3} \cdot \sum (R \cdot I_A + X \cdot I_R)$$

$\Delta U$ : caída de tensión en voltios.

R: resistencia por tramo ( $\Omega$ )

X: reactancia por fase por tramo ( $\Omega$ )

$I_A$ : intensidad de corriente activa por tramo (A)

$I_R$ : intensidad de corriente reactiva por tramo (A).

TRAMO	DIST. (m)	R ( $\Omega$ )	X ( $\Omega$ )	$I_A$ (A)	$I_R$ (A)
CR - CT 2	218	0,060	0,024	20,83	10,07
CT 2 - CT 1	218	0,060	0,024	10,45	5,04
CT 1 - CT 4	113	0,031	0,013	0,07	0,01

$$\Delta U = 3,88$$

Si calculamos la caída de tensión en tanto por ciento con respecto a la tensión en cabeza de línea (20 kV):

$$\Delta U\% = \frac{\Delta U}{U} \times 100 = \frac{3,88 \cdot 100}{20.000} = 0,0194\%$$

$$0,0194\% < 5\% \text{ (valido)}$$

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

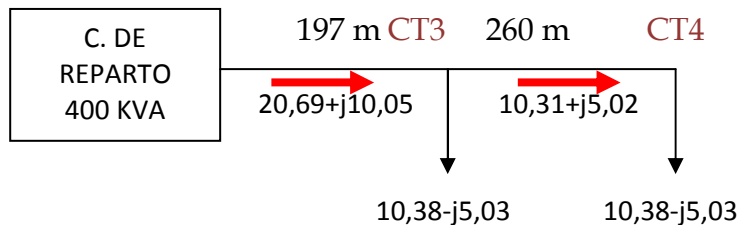
Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)

Valor que resulta inferior al valor máximo admisible que es de un 5%.  
Como comprobación se puede calcular la caída de tensión máxima desde el otro extremo del anillo:



TRAMO	DIST. (m)	R (Ω)	X (Ω)	I <sub>A</sub> (A)	I <sub>R</sub> (A)
CR - CT 2	197	0,054	0,022	20,83	10,05
CT 1 - CT 4	260	0,072	0,029	10,31	5,02

$$\Delta U = 3,87$$

Si calculamos la caída de tensión en tanto por ciento con respecto a la tensión en cabeza de línea (20 kV):

$$\Delta U\% = \frac{\Delta U}{U} \times 100 = \frac{3,87 \cdot 100}{20.000} = 0,0193\%$$

$$0,0193\% < 5\% \text{ (valido)}$$

Valor que resulta inferior al valor máximo admisible que es de un 5%.

Luego el conductor elegido es válido por densidad de corriente y por caída de tensión. **Conductor Al HEPRZ1 12/20 kV 1x150 mm<sup>2</sup>**

#### 2.2.2.5.- Otras características eléctricas.

- Capacidad de transporte de línea.

$$P \times L = \frac{U^2}{100 \times (R + X \cdot \operatorname{tg} \varphi)} \times \% \Delta U_{max}$$

$$P \times L = \frac{20^2}{100 \times (0,277 + 0,112 \cdot \operatorname{tg} 25,84)} \times 5 = 60,38 \text{ MW} \cdot \text{Km}$$

$P \times L \equiv$  capacidad de transporte en MW.

$V \equiv$  tensión nominal en KV = 20 KV.

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



$\% \Delta V \equiv$  caída de tensión el  $\% = 5\%$ .

$R = 0.161 \Omega/\text{Km}$

$X = 0.105 \Omega/\text{Km}$

$\phi = 25,84$

- Potencia máxima de transporte.

$$P = \frac{P \times L}{L} = \frac{60,38}{1,004} = 60,14 \text{ MW}$$

- Intensidad Máxima Admisible en Cortocircuito.

$$I = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \times U} = \frac{350}{\sqrt{3} \times 20} = 10,10 \text{ KA.}$$

$S_{cc}$ : potencia de cortocircuito existente en el punto de la red según la compañía eléctrica.

Para un tiempo de actuación de los elementos de protección de 0.5 s, la intensidad máxima admisible por el conductor **HEPR 12/20 KV de 150 mm<sup>2</sup>** es de 19,9 KA > 10,10 KA. Según la tabla 26 del Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión, ITC-LAT 06.

Conforme a dicha tabla el conductor admite hasta un tiempo de actuación de los elementos de protección de 1,5 s con una corriente de cortocircuito de 11,5 KA > 10,10 KA.

## 2.2.1.6.- Tablas de resultado de cálculos.

Tipo de conductor	HEPRZ1 12/20 kV 3(1x150 mm <sup>2</sup> ) Al
Intensidad de corriente	70.35 A
Resistencia	0.277 $\Omega/\text{km}$
Reactancia	0.112 $\Omega/\text{km}$
Longitud	1004 m
Caída de tensión	3.88 V
% Caída de tensión	0.0194 %
Capacidad de transporte	60.38 MW·km
Potencia máx. de transporte	60.14 MW
Intensidad adm. cortocircuito	10.10 KA (t = 0,5 seg)

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



**2.3.1.7.- Análisis de las tensiones transferibles al exterior por tuberías, raíles, vallas, conductores de neutro, blindaje de cables, circuitos de señalización y de los puntos especialmente peligrosos y estudio de las formas de eliminación o reducción.**

De acuerdo con las condiciones de diseño de la línea en una zona completamente nueva para su urbanización y teniendo en cuenta las condiciones del tipo de cable utilizado según el fabricante, las probabilidades de transferencia de tensión al exterior son mínimas. No obstante conviene tener en cuenta lo siguiente:

- Serán conectadas a tierra tanto la pantalla como la cubierta metálica del conductor.
- Las zanjas disponen de una profundidad estipuladas por la compañía suministradora de energía, y todas ellas serán de nueva realización y siendo tenidas en cuenta para posteriores instalaciones como servicio de telecomunicaciones, etc.
- En el caso de que en su trazado, la zanja para el tendido del cable de MT, encuentre en su cercanía la cimentación de alguna farola o transporte de comunicaciones, se tenderá el cable a una distancia mínima de 50 cm. Si esta distancia no se puede cumplir, se utilizará una protección mecánica de resistencia adecuada, prolongada a 50 cm a ambos lados de los cantos descubiertos en el sentido longitudinal de la zanja.

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

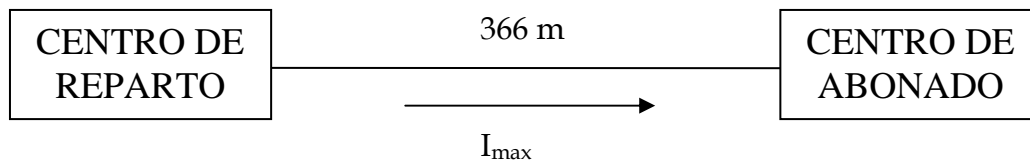
Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)

## 2.2.3.-ACOMETIDA CENTRO DE REPARTO-CENTRO DE ABONADO.



### 2.2.3.1- Previsión de potencia.

Las necesidades de potencia responden a la demanda del centro de transformación de Abonado con una potencia de 400 KVA.

### 2.2.3.2.- Intensidad y densidad de corriente.

La intensidad de corriente que circulará por la línea que se derivará para conectar con el Centro de Transformación será de:

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \times U} = \frac{400}{\sqrt{3} \times 20} = 11,54$$

S = Potencia aparente en kVA

U = Tensión en kV

**Intensidad máxima admisible, (A), en servicio permanente y con corriente alterna, de los cables con conductores de aluminio con aislamiento seco instalación directamente enterrada para tensiones nominales hasta 18/30 kV**

Sección nominal de los conductores mm <sup>2</sup>	Tipo de aislamiento seco	
	XLPE	HEPR
150	260	275
240	345	365
400	445	470

Al transcurrir por una misma zanja 2 ternas de cables unipolares en el caso más desfavorable, distanciadas entre sí 0.2 m, aplicaremos de acuerdo con la tabla 10 del Reglamento de Líneas de Alta Tensión ITC-LAT 06 un factor de corrección de 0.82, por tanto la intensidad a considerar, en el caso de la alimentación por uno de los extremos será:

$$I_{tablas} = \frac{11,54}{0,82} = 14,08$$

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)

Las condiciones de instalación del conductor serán:

- Terna de cables unipolares.
- Directamente enterrado.
- Profundidad de instalación 1 metro.
- Resistividad térmica del terreno 1,5 K.m/W.
- Temperatura del terreno de 25°C.

La densidad de corriente que circulará por el conductor escogido para la L.S.M.T. será:

$$\vartheta = \frac{\text{Intensidad}}{\text{Seccion}} = \frac{14,08}{150} = 0,093$$

### 2.2.3.3.- Reactancia.

**Tabla 2a**  
**Características cables con aislamiento de etileno propileno alto modulo (HEPR)**

Sección mm <sup>2</sup>	Tensión Nominal kV	Resistencia Máx. a 105°C Ω /km	Reactancia por fase Ω /km	Capacidad μ F/km
150	12/20	0,277	0,112	0,368
240		0,169	0,105	0,453
400		0,107	0,098	0,536
50	18/30	0,277	0,121	0,266
240		0,169	0,113	0,338
400		0,107	0,106	0,401

Temperatura máxima en servicio permanente 105°C

Temperatura máxima en cortocircuito t < 5s 250°C

El valor de la reactancia por fase del cable HEPRZI Al H-16 de 150 mm<sup>2</sup> de sección según tablas es de 0.112Ω/km.

### 2.2.3.4.- Caída de Tensión.

$$\Delta U = \sqrt{3} \times I \times L \times (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$$

ΔV ≡ caída de tensión en voltios.

I ≡ Intensidad en amperios.

L ≡ Longitud en kilómetros.

R ≡ Resistencia según norma Iberdrola = 0.277Ω/km.

X ≡ Reactancia por fase según norma de Iberdrola = 0.112Ω/km.

Φ ≡ 25,84°

$$\Delta U = \sqrt{3} \times 14,08 \times 0,366 \times (0,277 \cos 25,84 + 0,112 \sin 25,84) = 2,66 \text{ v.}$$

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



$$\Delta U\% = \frac{2,66 \times 100}{20.000} = 0,013\% < 5\% \quad - \quad \text{Valido}$$

### 2.2.3.5.- Otras características eléctricas.

- Capacidad de transporte de línea.

$$P \times L = \frac{U^2}{100 \times (R + X \cdot \operatorname{tg} \phi)} \times \% \Delta U_{max}$$

$$P \times L = \frac{20^2}{100 \times (0,277 + 0,112 \cdot \operatorname{tg} 25,84)} \times 5 = 60,38 \text{ MW} \cdot \text{Km}$$

$P \times L \equiv$  capacidad de transporte en MW.

$V \equiv$  tensión nominal en KV = 20 KV.

$\% \Delta V \equiv$  caída de tensión el % = 5%.

$R = 0.161 \Omega/\text{Km}$

$X = 0.105 \Omega/\text{Km}$

$\phi = 25,84$

- Potencia máxima de transporte.

$$P = \frac{P \times L}{L} = \frac{60,38}{0,366} = 164,97 \text{ MW}$$

- Intensidad Máxima Admisible en Cortocircuito.

$$I = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \times U} = \frac{350}{\sqrt{3} \times 20} = 10,10 \text{ KA.}$$

$S_{cc}$ : potencia de cortocircuito existente en el punto de la red según la compañía eléctrica.

Para un tiempo de actuación de los elementos de protección de 0.5 s, la intensidad máxima admisible por el conductor **HEPR 12/20 KV de 150 mm<sup>2</sup>** es de 19,9 KA > 10,10 KA. Según la tabla 26 del Reglamento de Líneas Eléctricas de Alta Tensión, ITC-LAT 06.

Conforme a dicha tabla el conductor admite hasta un tiempo de actuación de los elementos de protección de 1,5 s con una corriente de cortocircuito de 11,5 KA > 10,10 KA.

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



### 2.2.3.6.- Tablas de resultado de cálculos.

Tipo de conductor	HEPRZ1 12/20 kV 3(1x150 mm <sup>2</sup> ) Al
Intensidad de corriente	14.08 A
Resistencia	0.277 Ω/km
Reactancia	0.112 Ω/km
Longitud	366 m
Caída de tensión	2.66 V
% Caída de tensión	0.051 %
Capacidad de transporte	60.385 MW·km
Potencia máx. de transporte	164.97 MW
Intensidad adm. cortocircuito	10.10 KA (t = 0,5 seg)

### 2.3.3.7.- Análisis de las tensiones transferibles al exterior por tuberías, raíles, vallas, conductores de neutro, blindaje de cables, circuitos de señalización y de los puntos especialmente peligrosos y estudio de las formas de eliminación o reducción.

De acuerdo con las condiciones de diseño de la línea en una zona completamente nueva para su urbanización y teniendo en cuenta las condiciones del tipo de cable utilizado según el fabricante, las probabilidades de transferencia de tensión al exterior son mínimas. No obstante conviene tener en cuenta lo siguiente:

- Serán conectadas a tierra tanto la pantalla como la cubierta metálica del conductor.
- Las zanjas disponen de una profundidad estipuladas por la compañía suministradora de energía, y todas ellas serán de nueva realización y siendo tenidas en cuenta para posteriores instalaciones como servicio de telecomunicaciones, etc.
- En el caso de que en su trazado, la zanja para el tendido del cable de MT, encuentre en su cercanía la cimentación de alguna farola o transporte de comunicaciones, se tenderá el cable a una distancia mínima de 50 cm. Si esta distancia no se puede cumplir, se utilizará una protección mecánica de resistencia adecuada, prolongada a 50 cm a ambos lados de los cantos descubiertos en el sentido longitudinal de la zanja.

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)

## 2.3.- CALCULOS ELECTRICOS CENTROS DE TRANSFORMACION.

### 2.3.1.- CENTRO DE TRANSFORMACION PFU/5.

#### 2.3.1.1.-Intensidad de Media Tensión

La intensidad primaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_p = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (2.1.a)$$

donde:

P potencia del transformador [kVA]  
U<sub>p</sub> tensión primaria [kV]  
I<sub>p</sub> intensidad primaria [A]

En el caso que nos ocupa, la tensión primaria de alimentación es de 20 kV.

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 400 kVA.

$$\cdot I_p = 11,5 \text{ A}$$

#### 2.3.1.2.-Intensidad de Baja Tensión

Para el único transformador de este Centro de Transformador, la potencia es de 400 kVA, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío.

La intensidad secundaria en un transformador trifásico viene dada por la expresión:

$$I_s = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U_s} \quad (2.2.a)$$

donde:

P potencia del transformador [kVA]  
U<sub>s</sub> tensión en el secundario [kV]  
I<sub>s</sub> intensidad en el secundario [A]

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)

La intensidad en las salidas de 420 V en vacío puede alcanzar el valor

$$I_s = 549,9 \text{ A.}$$

### **2.3.1.3.- Cortocircuitos.**

#### **2.3.1.3.1.-Observaciones.**

Para el cálculo de las intensidades que origina un cortocircuito, se tendrá en cuenta la potencia de cortocircuito de la red de MT, valor especificado por la compañía eléctrica.

#### **2.3.1.3.2.- Cálculo de las intensidades de cortocircuito.**

Para el cálculo de la corriente de cortocircuito en la instalación, se utiliza la expresión:

$$I_{ccp} = \frac{S_{cc}}{\sqrt{3} \cdot U_p} \quad (2.3.2.a)$$

donde:

$S_{cc}$  potencia de cortocircuito de la red [MVA]  
 $U_p$  tensión de servicio [kV]  
 $I_{ccp}$  corriente de cortocircuito [kA]

Para los cortocircuitos secundarios, se va a considerar que la potencia de cortocircuito disponible es la teórica de los transformadores

$$I_{ccs} = \frac{100 \cdot P}{\sqrt{3} \cdot E_{cc} \cdot U_s} \quad (2.3.2.b)$$

donde:

$P$  potencia de transformador [kVA]  
 $E_{cc}$  tensión de cortocircuito del transformador [%]  
 $U_s$  tensión en el secundario [V]  
 $I_{ccs}$  corriente de cortocircuito [kA]

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



### 2.3.1.3.3.-Cortocircuito en el lado de Media Tensión

Utilizando la expresión 2.3.2.a, en el que la potencia de cortocircuito es de 350 MVA y la tensión de servicio 20 kV, la intensidad de cortocircuito es:

$$\cdot I_{ccp} = 10,1 \text{ kA}$$

### 2.3.1.3.4.- Cortocircuito en el lado de Baja Tensión.

Para el único transformador de este Centro de Transformación, la potencia es de 400 kVA, la tensión porcentual del cortocircuito del 4%, y la tensión secundaria es de 420 V en vacío

La intensidad de cortocircuito en el lado de BT con 420 V en vacío será, según la fórmula 2.3.2.b:

$$\cdot I_{ccs} = 13,7 \text{ kA}$$

### 2.3.1.4.- Dimensionado del embarrado.

Las celdas fabricadas por ORMAZABAL han sido sometidas a ensayos para certificar los valores indicados en las placas de características, por lo que no es necesario realizar cálculos teóricos ni hipótesis de comportamiento de celdas.

#### 2.3.1.4.1.- Comprobación por densidad de corriente.

La comprobación por densidad de corriente tiene por objeto verificar que el conductor indicado es capaz de conducir la corriente nominal máxima sin superar la densidad máxima posible para el material conductor. Esto, además de mediante cálculos teóricos, puede comprobarse realizando un ensayo de intensidad nominal, que con objeto de disponer de suficiente margen de seguridad, se considerará que es la intensidad del bucle, que en este caso es de 400 A.

#### 2.3.1.4.2.- Comprobación por sollicitación electrodinámica.

La intensidad dinámica de cortocircuito se valora en aproximadamente 2,5 veces la intensidad eficaz de cortocircuito calculada en el apartado 2.3.2.a de este capítulo, por lo que:

Memoria	
ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL	
Promotor:	Ubicación:
U.P.C.T.	Barrio de los Dolores
Fecha:	C.P. Localidad (Provincia):
Sept / 2013	30310 Cartagena (Murcia)



- $I_{cc}(din) = 25,3 \text{ kA}$

#### 2.3.1.4.3.- Comprobación por solicitud térmica.

La comprobación térmica tiene por objeto comprobar que no se producirá un calentamiento excesivo de la aparamenta por defecto de un cortocircuito. Esta comprobación se puede realizar mediante cálculos teóricos, pero preferentemente se debe realizar un ensayo según la normativa en vigor. En este caso, la intensidad considerada es la eficaz de cortocircuito, cuyo valor es:

- $I_{cc} (ter) = 10,1 \text{ kA}$ .

#### 2.3.1.5.- Protección contra sobrecargas y cortocircuitos.

Los transformadores están protegidos tanto en MT como en BT. En MT la protección la efectúan las celdas asociadas a esos transformadores, mientras que en BT la protección se incorpora en los cuadros de las líneas de salida.

##### Transformador

La protección en MT de este transformador se realiza utilizando una celda de interruptor con fusibles, siendo éstos los que efectúan la protección ante eventuales cortocircuitos.

Estos fusibles realizan su función de protección de forma ultrarrápida (de tiempos inferiores a los de los interruptores automáticos), ya que su fusión evita incluso el paso del máximo de las corrientes de cortocircuitos por toda la instalación.

Los fusibles se seleccionan para:

- Permitir el funcionamiento continuado a la intensidad nominal, requerida para esta aplicación.
- No producir disparos durante el arranque en vacío de los transformadores, tiempo en el que la intensidad es muy superior a la nominal y de una duración intermedia.
- No producir disparos cuando se producen corrientes de entre 10 y 20 veces la nominal, siempre que su duración sea inferior a 0,1 s, evitando así que los fenómenos transitorios provoquen interrupciones del suministro.

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



Sin embargo, los fusibles no constituyen una protección suficiente contra las sobrecargas, que tendrán que ser evitadas incluyendo un relé de protección de transformador, o si no es posible, una protección térmica del transformador.

La intensidad nominal de estos fusibles es de 25 A.

La celda de protección de este transformador no incorpora relé, al considerarse suficiente el empleo de las otras protecciones.

#### Termómetro

El termómetro verifica que la temperatura del dieléctrico del transformador no supera los valores máximos admisibles.

#### - Protecciones en BT

Las salidas de BT cuentan con fusibles en todas las salidas, con una intensidad nominal igual al valor de la intensidad nominal exigida a esa salida y un poder de corte como mínimo igual a la corriente de cortocircuito correspondiente, según lo calculado en el apartado 2.3.4.

#### **2.3.1.6.- Dimensionado de los puentes de MT**

Los cables que se utilizan en esta instalación, descritos en la memoria, deberán ser capaces de soportar los parámetros de la red.

#### Transformador 1

La intensidad nominal demandada por este transformador es igual a 11,5 A que es inferior al valor máximo admisible por el cable.

Este valor es de 150 A para un cable de sección de 50 mm<sup>2</sup> de Al según el fabricante.

#### **2.3.1.7.- Dimensionado de la ventilación del Centro de Transformación.**

**Se considera de interés la realización de ensayos de homologación de los Centros de Transformación.**

El edificio empleado en esta aplicación ha sido homologado según los protocolos obtenidos en laboratorio Labein (Vizcaya - España):

Memoria	
ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL	
Promotor:	Ubicación:
U.P.C.T.	Barrio de los Dolores
Fecha:	C.P. Localidad (Provincia):
Sept / 2013	30310 Cartagena (Murcia)

- 97624-1-E, para ventilación de transformador de potencia hasta 1000 kVA
- 960124-CJ-EB-01, para ventilación de transformador de potencia hasta 1600 kVA

#### **2.1.3.8.- Dimensionado del pozo apagafuegos.**

Se dispone de un foso de recogida de aceite de 600 l de capacidad por cada transformador cubierto de grava para la absorción del fluido y para prevenir el vertido del mismo hacia el exterior y minimizar el daño en caso de fuego.

#### **2.1.3.9.- Cálculo de las instalaciones de puesta a tierra.**

##### **2.1.3.9.1.- Investigación de las características del suelo.**

El Reglamento de Alta Tensión indica que para instalaciones de tercera categoría, y de intensidad de cortocircuito a tierra inferior o igual a 16 kA no será imprescindible realizar la citada investigación previa de la resistividad del suelo, bastando el examen visual del terreno y pudiéndose estimar su resistividad, siendo necesario medirla para corrientes superiores.

Según la investigación previa del terreno donde se instalará este Centro de Transformación, se determina la resistividad media en 150 Ohm m.

##### **2.1.3.9.2.- Determinación de las corrientes máximas de puesta a tierra y del tiempo máximo correspondiente a la eliminación del defecto.**

En las instalaciones de MT de tercera categoría, los parámetros que determinan los cálculos de faltas a tierra son las siguientes:

De la red:

- Tipo de neutro. El neutro de la red puede estar aislado, rígidamente unido a tierra, unido a esta mediante resistencias o impedancias. Esto producirá una limitación de la corriente de la falta, en función de las longitudes de líneas o de los valores de impedancias en cada caso.
- Tipo de protecciones. Cuando se produce un defecto, éste se eliminará mediante la apertura de un elemento de corte que actúa por indicación de un dispositivo relé de intensidad, que puede actuar en un tiempo fijo (tiempo fijo), o según una curva de tipo inverso (tiempo dependiente). Adicionalmente, pueden existir reenganches posteriores

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



al primer disparo, que sólo influirán en los cálculos si se producen en un tiempo inferior a los 0,5 segundos.

No obstante, y dada la casuística existente dentro de las redes de cada compañía suministradora, en ocasiones se debe resolver este cálculo considerando la intensidad máxima empírica y un tiempo máximo de ruptura, valores que, como los otros, deben ser indicados por la compañía eléctrica.

Intensidad máxima de defecto:

$$I_{d \max \text{ cal.}} = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{R_n^2 + X_n^2}} \quad (2.9.2.a)$$

donde:

$U_n$  Tensión de servicio [kV]  
 $R_n$  Resistencia de puesta a tierra del neutro [Ohm]  
 $X_n$  Reactancia de puesta a tierra del neutro [Ohm]  
 $I_{d \max \text{ cal.}}$  Intensidad máxima calculada [A]

La  $I_{d \max}$  en este caso será, según la fórmula 2.9.2.a:

$$I_{d \max \text{ cal.}} = 461,88 \text{ A}$$

Superior o similar al valor establecido por la compañía eléctrica que es de:

$$I_{d \max} = 400 \text{ A}$$

#### 2.1.3.9.3.- Diseño preliminar de la instalación de tierra.

El diseño preliminar de la instalación de puesta a tierra se realiza basándose en las configuraciones tipo presentadas en el Anexo 2 del método de cálculo de instalaciones de puesta a tierra de UNESA, que esté de acuerdo con la forma y dimensiones del Centro de Transformación, según el método de cálculo desarrollado por este organismo.

#### 2.1.3.9.4.- Cálculo de la resistencia del sistema de tierra.

Memoria	
ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL	
Promotor:	Ubicación:
U.P.C.T.	Barrio de los Dolores
Fecha:	C.P. Localidad (Provincia):
Sept / 2013	30310 Cartagena (Murcia)

Características de la red de alimentación:

- Tensión de servicio:  $U_r = 20 \text{ kV}$

Puesta a tierra del neutro:

- Resistencia del neutro  $R_n = 0 \text{ Ohm}$
- Reactancia del neutro  $X_n = 25 \text{ Ohm}$
- Limitación de la intensidad a tierra  $I_{dm} = 400 \text{ A}$

Nivel de aislamiento de las instalaciones de BT:

- $V_{bt} = 10000 \text{ V}$

Características del terreno:

- Resistencia de tierra  $R_o = 150 \text{ Ohm m}$
- Resistencia del hormigón  $R'o = 3000 \text{ Ohm}$

La resistencia máxima de la puesta a tierra de protección del edificio, y la intensidad del defecto salen de:

$$I_d \cdot R_t \leq V_{bt} \quad (2.9.4.a)$$

donde:

$I_d$  intensidad de falta a tierra [A]

$R_t$  resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

$V_{bt}$  tensión de aislamiento en baja tensión [V]

La intensidad del defecto se calcula de la siguiente forma:

$$I_d = \frac{U_n}{\sqrt{3} \cdot \sqrt{(R_n + R_t)^2 + X_n^2}} \quad (2.9.4.b)$$

donde:

$U_n$  tensión de servicio [V]

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



$R_n$  resistencia de puesta a tierra del neutro [Ohm]  
 $R_t$  resistencia total de puesta a tierra [Ohm]  
 $X_n$  reactancia de puesta a tierra del neutro [Ohm]  
 $I_d$  intensidad de falta a tierra [A]

Operando en este caso, el resultado preliminar obtenido es:

·  $I_d = 230,94 \text{ A}$

La resistencia total de puesta a tierra preliminar:

·  $R_t = 43,3 \text{ Ohm}$

Se selecciona el electrodo tipo (de entre los incluidos en las tablas, y de aplicación en este caso concreto, según las condiciones del sistema de tierras) que cumple el requisito de tener una  $K_r$  más cercana inferior o igual a la calculada para este caso y para este centro.

Valor unitario de resistencia de puesta a tierra del electrodo:

$$K_r \leq \frac{R_t}{R_o} \quad (2.9.4.c)$$

donde:

$R_t$  resistencia total de puesta a tierra [Ohm]  
 $R_o$  resistividad del terreno en [Ohm m]  
 $K_r$  coeficiente del electrodo

- Centro de Transformación

Para nuestro caso particular, y según los valores antes indicados:

·  $K_r \leq 0,2887$

La configuración adecuada para este caso tiene las siguientes propiedades:

- Configuración seleccionada: 70/25/5/42
- Geometría del sistema: Anillo rectangular
- Distancia de la red: 7.0x2.5 m

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



- Profundidad del electrodo horizontal: 0,5 m
- Número de picas: cuatro
- Longitud de las picas: 2 metros

Parámetros característicos del electrodo:

- De la resistencia  $K_r = 0,084$
- De la tensión de paso  $K_p = 0,0186$
- De la tensión de contacto  $K_c = 0,0409$

Medidas de seguridad adicionales para evitar tensiones de contacto.

Para que no aparezcan tensiones de contacto exteriores ni interiores, se adaptan las siguientes medidas de seguridad:

- Las puertas y rejillas metálicas que dan al exterior del Edificio/s no tendrán contacto eléctrico con masas conductoras susceptibles de quedar a tensión debido a defectos o averías.
- En el piso del Centro de Transformación se instalará un mallazo cubierto por una capa de hormigón de 10 cm, conectado a la puesta a tierra del mismo.
- En el caso de instalar las picas en hilera, se dispondrán alineadas con el frente del edificio.

El valor real de la resistencia de puesta a tierra del edificio será:

$$R'_t = K_r \cdot R_o \quad (2.9.4.d)$$

donde:

$K_r$  coeficiente del electrodo

$R_o$  resistividad del terreno en [Ohm m]

$R'_t$  resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

por lo que para el Centro de Transformación:

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



$$\cdot R'_t = 12,6 \text{ Ohm}$$

y la intensidad de defecto real, tal y como indica la fórmula (2.9.4.b):

$$\cdot I'_d = 400 \text{ A}$$

#### 2.1.3.9.5.- Cálculo de las tensiones de paso en el interior de la instalación.

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de paso y contacto en el interior en los edificios de maniobra interior, ya que éstas son prácticamente nulas.

La tensión de defecto vendrá dada por:

$$V'_d = R'_t \cdot I'_d \quad (2.9.5.a)$$

donde:

$R'_t$  resistencia total de puesta a tierra [Ohm]

$I'_d$  intensidad de defecto [A]

$V'_d$  tensión de defecto [V]

por lo que en el Centro de Transformación:

$$\cdot V'_d = 5040 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso será igual al valor de la tensión máxima de contacto siempre que se disponga de una malla equipotencial conectada al electrodo de tierra según la fórmula:

$$V'_c = K_c \cdot R_o \cdot I'_d \quad (2.9.5.b)$$

donde:

$K_c$  coeficiente

$R_o$  resistividad del terreno en [Ohm m]

$I'_d$  intensidad de defecto [A]

$V'_c$  tensión de paso en el acceso [V]

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)

por lo que tendremos en el Centro de Transformación:

$$\cdot V'_c = 2454 \text{ V}$$

#### 2.1.3.9.6.- Cálculo de las tensiones de paso en el exterior de la instalación.

Adoptando las medidas de seguridad adicionales, no es preciso calcular las tensiones de contacto en el exterior de la instalación, ya que éstas serán prácticamente nulas.

Tensión de paso en el exterior:

$$V'_p = K_p \cdot R_o \cdot I'_d \quad (2.9.6.a)$$

donde:

$K_p$  coeficiente  
 $R_o$  resistividad del terreno en [Ohm m]  
 $I'_d$  intensidad de defecto [A]  
 $V'_p$  tensión de paso en el exterior [V]

por lo que, para este caso:

$$\cdot V'_p = 1116 \text{ V en el Centro de Transformación}$$

#### 2.1.3.9.7.- Cálculo de las tensiones aplicadas.

- Centro de Transformación

Los valores admisibles son para una duración total de la falta igual a:

$$\begin{aligned} \cdot t &= 0,7 \text{ seg} \\ \cdot K &= 72 \\ \cdot n &= 1 \end{aligned}$$

Tensión de paso en el exterior:

$$V_p = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left( 1 + \frac{6 \cdot R_o}{1000} \right)$$

Memoria $V_p = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left( 1 + \frac{6 \cdot R_o}{1000} \right)$	
ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL	
Promotor:	Ubicación:
U.P.C.T.	Barrio de los Dolores
Fecha:	C.P. Localidad (Provincia):
Sept / 2013	30310 Cartagena (Murcia)



(2.9.7.a)

donde:

K coeficiente

t tiempo total de duración de la falta [s]

n coeficiente

R<sub>o</sub> resistividad del terreno en [Ohm m]

V<sub>p</sub> tensión admisible de paso en el exterior [V]

por lo que, para este caso

$$\cdot V_p = 1954,29 \text{ V}$$

La tensión de paso en el acceso al edificio:

$$V_{p(acc)} = \frac{10 \cdot K}{t^n} \cdot \left( 1 + \frac{3 \cdot R_o + 3 \cdot R'_o}{1000} \right) \quad (2.9.7.b)$$

donde:

K coeficiente

t tiempo total de duración de la falta [s]

n coeficiente

R<sub>o</sub> resistividad del terreno en [Ohm m]

R'<sub>o</sub> resistividad del hormigón en [Ohm m]

V<sub>p(acc)</sub> tensión admisible de paso en el acceso [V]

por lo que, para este caso

$$\cdot V_{p(acc)} = 10748,57 \text{ V}$$

Comprobamos ahora que los valores calculados para el caso de este Centro de Transformación son inferiores a los valores admisibles:

Tensión de paso en el exterior del centro:

$$\cdot V'_p = 1116 \text{ V} < V_p = 1954,29 \text{ V}$$

Tensión de paso en el acceso al centro:

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)

$$\cdot V'p(\text{acc}) = 2454 \text{ V} < Vp(\text{acc}) = 10748,57 \text{ V}$$

Tensión de defecto:

$$\cdot V'd = 5040 \text{ V} < Vbt = 10000 \text{ V}$$

Intensidad de defecto:

$$\cdot Ia = 50 \text{ A} < Id = 400 \text{ A} < Idm = 400 \text{ A}$$

### 2.1.3.9.8.-Investigación de las tensiones transferibles al exterior

Para garantizar que el sistema de tierras de protección no transfiera tensiones al sistema de tierra de servicio, evitando así que afecten a los usuarios, debe establecerse una separación entre los electrodos más próximos de ambos sistemas, siempre que la tensión de defecto supere los 1000V.

En este caso es imprescindible mantener esta separación, al ser la tensión de defecto superior a los 1000 V indicados.

La distancia mínima de separación entre los sistemas de tierras viene dada por la expresión:

$$D = \frac{R_o \cdot I'_d}{2000 \cdot \pi} \quad (2.9.8.a)$$

donde:

$R_o$  resistividad del terreno en [Ohm m]

$I'_d$  intensidad de defecto [A]

D distancia mínima de separación [m]

Para este Centro de Transformación:

$$\cdot D = 9,55 \text{ m}$$

Se conectará a este sistema de tierras de servicio el neutro del transformador, así como la tierra de los secundarios de los transformadores de tensión e intensidad de la celda de medida.

Las características del sistema de tierras de servicio son las siguientes:

Memoria	
ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL	
Promotor:	Ubicación:
U.P.C.T.	Barrio de los Dolores
Fecha:	C.P. Localidad (Provincia):
Sept / 2013	30310 Cartagena (Murcia)





- Identificación: 5/22 (según método UNESA)
- Geometría: Picas alineadas
- Número de picas: dos
- Longitud entre picas: 2 metros
- Profundidad de las picas: 0,5 m

Los parámetros según esta configuración de tierras son:

- $K_r = 0,201$
- $K_c = 0,0392$

El criterio de selección de la tierra de servicio es no ocasionar en el electrodo una tensión superior a 24 V cuando existe un defecto a tierra en una instalación de BT protegida contra contactos indirectos por un diferencial de 650 mA. Para ello la resistencia de puesta a tierra de servicio debe ser inferior a 37 Ohm.

$$R_{tserv} = K_r \cdot R_o = 0,201 \cdot 150 = 30,15 < 37 \text{ Ohm}$$

Para mantener los sistemas de puesta a tierra de protección y de servicio independientes, la puesta a tierra del neutro se realizará con cable aislado de 0,6/1 kV, protegido con tubo de PVC de grado de protección 7 como mínimo, contra daños mecánicos.

#### 2.1.3.9.9.- Corrección y ajuste del diseño inicial

Según el proceso de justificación del electrodo de puesta a tierra seleccionado, no se considera necesaria la corrección del sistema proyectado.

No obstante, se puede ejecutar cualquier configuración con características de protección mejores que las calculadas, es decir, atendiendo a las tablas adjuntas al Método de Cálculo de Tierras de UNESA, con valores de " $K_r$ " inferiores a los calculados, sin necesidad de repetir los cálculos, independientemente de que se cambie la profundidad de enterramiento, geometría de la red de tierra de protección, dimensiones, número de picas o longitud de éstas, ya que los valores de tensión serán inferiores a los calculados en este caso.

EL INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL

Fdo.: Antonio Romero García  
Cartagena, Septiembre de 2.013

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)

# 3. PLIEGO DE CONDICIONES

*Proyecto:*

**ELECTRIFICACION DE UN POLIGONO RESIDENCIAL**

*Promotor:*

**UNIVERSIDAD POLITECNICA  
DE CARTAGENA**

*Ubicación:*

**Barrio de los Dolores**

*Fecha:*

**Sept / 2013**

*C.P. Población (Provincia):*

**30310 Cartagena (Murcia)**

**Antonio Romero García**  
Ingeniero Técnico Industrial  
Especialidad Electricidad





### **3.1.-Red de Baja Tensión.**

#### **3.1.1.- GENERALIDADES.**

Este Pliego de Condiciones determina los requisitos a que se debe ajustar la ejecución de instalaciones para la distribución de energía eléctrica cuyas características técnicas estarán especificadas en el correspondiente Proyecto.

Este Pliego de Condiciones se refiere a la construcción de redes aéreas o subterráneas de baja tensión.

#### **3.1.2.- CALIDAD DE LOS MATERIALES: CONDICIONES Y EJECUCIÓN.**

Los materiales empleados en la instalación serán entregados por el Contratista siempre que no se especifique lo contrario en el Pliego de Condiciones Particulares.

No se podrán emplear materiales que no hayan sido aceptados previamente por el Director de Obra.

Se realizarán cuantos ensayos y análisis indique el Director de Obra, aunque no estén indicados en este Pliego de Condiciones.

Los cables instalados serán los que figuran en el Proyecto y deberán estar de acuerdo con las Recomendaciones UNESA y las Normas UNE correspondientes.

##### **3.1.2.1.- Conductores: Tendido, empalmes, terminales, cruces y protecciones.**

###### Tendido de Cables:

Los cables deben ser siempre desenrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc. y teniendo siempre en cuenta que el radio de curvatura del cable debe ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado. En todo caso el radio de curvatura de los cables no debe ser inferior a los valores indicados en las Normas UNE correspondientes relativas a cada tipo de cable.

Cuando los cables se tiendan a mano, los operarios estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede tender mediante cabrestantes tirando del extremo del cable al que se le habrá adoptado una cabeza apropiada y con un esfuerzo de tracción por milímetro cuadrado de conductor que no debe pasar del indicado

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



por el fabricante del mismo. Será imprescindible la colocación de dinamómetros para medir dicha tracción.

El tendido se hará obligatoriamente por rodillos que puedan girar libremente y contruados de forma que no dañen el cable.

Durante el tendido se tomarán precauciones para evitar que el cable no sufra esfuerzos importantes ni golpes ni rozaduras.

No se permitirá desplazar lateralmente el cable por medio de palancas u otros útiles; deberá hacerse siempre a mano.

Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, siempre bajo la vigilancia del Director de Obra.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a cero grados, no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con una capa de 10 cm. de arena fina y la protección de rasilla.

La zanja en toda su longitud deberá estar cubierta con una capa de arena fina en el fondo antes de proceder al tendido del cable.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanquidad de los mismos.

Cuando dos cables que se canalicen vayan a ser empalmados, se solaparán al menos en una longitud de 0,50 m.

Las zanjas se recorrerán con detenimiento antes de tender el cable para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas al terminar los trabajos en las mismas condiciones en que se encontraban primitivamente.

Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia al Director de Obra y a la Empresa correspondiente con el fin de que procedan a su reparación.

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



El encargado de la obra por parte del Contratista deberá conocer la dirección de losservicios públicos, así como su número de teléfono para comunicarse en caso denecesidad.

Si las pendientes son muy pronunciadas y el terreno es rocoso e impermeable, secorre el riesgo de que la zanja de canalización sirva de drenaje originando un arrastre de laarena que sirve de lecho a los cables. En este caso se deberá entubar la canalizaciónasegurada con cemento en el tramo afectado.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares:

- Se recomienda colocar en cada metro y medio por fase y neutro unas vueltas decinta adhesiva para indicar el color distintivo de dicho conductor.
- Cada metro y medio, envolviendo las tres fases y el neutro en B.T., se colocará unasujeción que agrupe dichos conductores y los mantenga unidos.

Se evitarán en lo posible las canalizaciones con grandes tramos entubados y si estono fuera posible se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en el Proyecto, en su defecto, donde señale el Director de Obra.

Una vez tendido el cable, los tubos se taparán con yute y yeso, de forma que el cablequede en la parte superior del tubo.

Las líneas eléctricas subterráneas deben estar protegidas contra posibles averíasproducidas por hundimiento de tierras, por contacto con cuerpos duros y por choque deherramientas metálicas. Para ello se colocará un tubo de plástico de  $\phi$  160 mm. Paraproteger hasta dos cables; para mayor número se instalará además placa de plásticoNormalizada por Compañía.

Los ladrillos o rasillas serán cerámicos y duros.

Todo cable o conjunto de cables debe estar señalado por una cinta de atención deacuerdo con la Recomendación UNESA 0205 colocada como mínimo a 0,20 m. por encimadel ladrillo. Cuando los cables o conjuntos de cables de categorías de tensión diferentesestén superpuestos, debe colocarse dicha cinta encima de cada uno de ellos.

### 3.1.2.2.- Accesorios.

La instalación de herrajes, cajas terminales y de empalme, etc., deben realizarsesiguiendo las instrucciones y normas del fabricante.

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



### Armario de distribución.

La fundación de los armarios tendrán como mínimo 15 cm. de altura sobre el nivel del suelo.

Al preparar esta fundación se dejarán los tubos o taladros necesarios para el posterior tendido de los cables, colocándolos con la mayor inclinación posible para conseguir que la entrada de cables a los tubos quede siempre 50 cm. como mínimo por debajo de la rasante del suelo.

### **3.1.2.3.- Medidas eléctricas.**

Puesta a Tierra: Cuando las tomas de tierra de pararrayos de edificios importantes se encuentren bajo la acera, próximas a cables eléctricos en que las envueltas no están conectadas en el interior de los edificios con la bajada del pararrayos conviene tomar algunas de las precauciones siguientes:

- Interconexión entre la bajada del pararrayos y las envueltas metálicas de los cables.
- Distancia mínima de 0,50 m. entre el conductor de toma de tierra del pararrayos y los cables o bien interposición entre ellos de elementos aislantes.

### **3.1.2.4.- Obra civil.**

La carga y descarga, sobre camiones o remolques apropiados, se hará siempre mediante una barra adecuada que pase por el orificio central de la bobina.

Bajo ningún concepto se podrá retener la bobina con cuerdas, cables o cadenas que abracen la bobina y se apoyen sobre la capa exterior del cable enrollado; asimismo no se podrá dejar caer la bobina al suelo desde el camión o remolque.

Cuando se desplace la bobina por tierra rodándola, habrá que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

Las bobinas no deben almacenarse sobre un suelo blando.

Antes de empezar el tendido del cable se estudiará el lugar más adecuado para colocar la bobina con objeto de facilitar el tendido. En el caso de suelo con pendiente es preferible realizar el tendido en sentido descendente.

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



Para el tendido de la bobina estará siempre elevada y sujeta por barra y gatos adecuados al peso de la misma y dispositivos de frenado.

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán en terrenos de dominio público, bajos las aceras o calzadas, evitando ángulos pronunciados. El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos o fachadas de los edificios principales.

Antes de comenzar los trabajos, se marcarán en el pavimento las zonas donde se abrirán las zanjas, marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejen llaves para la contención del terreno. Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas, se indicarán sus situaciones con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto.

Se estudiará la señalización de acuerdo con las normas municipales y se determinarán las protecciones precisas tanto de la zanja como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc., así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos.

Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor o conductores que se vayan a canalizar.

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos.

Deberá lograrse una homogeneidad de forma que quede el pavimento nuevo lo más igualado posible al antiguo, haciendo su reconstrucción por piezas nuevas si está compuesto por losas, adoquines, etc.

En general se utilizarán materiales nuevos salvo las losas de piedra, adoquines, bordillos de granito y otros similares.

### 3.1.2.5.- Zanjas: Ejecución, tendido, cruzamientos, señalización y acabado.

#### Apertura de Zanjas:

Las zanjas se harán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

Memoria	
ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL	
Promotor:	Ubicación:
U.P.C.T.	Barrio de los Dolores
Fecha:	C.P. Localidad (Provincia):
Sept / 2013	30310 Cartagena (Murcia)



Se procurará dejar un paso de 50 cm. entre la zanja y las tierras extraídas, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.

Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierras registros de gas, teléfono, bocas de riego, alcantarillas, etc.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública se dejarán pasos suficientes para vehículos y peatones, así como los accesos a los edificios, comercios y garajes. Si es necesario interrumpir la circulación se precisará una autorización especial.

Las dimensiones mínimas de las zanjas serán las siguientes:

- Profundidad de 60 cm. y anchura de 40 cm. para canalizaciones de baja tensión bajo acera.
- Profundidad de 80 cm. y anchura de 60 cm. para canalizaciones de baja tensión bajo calzada.

#### Canalización:

Los cruces de vías públicas o privadas se realizarán con tubos ajustándose a las siguientes condiciones:

- Se colocará en posición horizontal y recta y estarán hormigonados en toda su longitud.
- Deberá preverse para futuras ampliaciones uno o varios tubos de reserva dependiendo el número de la zona y situación del cruce (en cada caso se fijará el número de tubos de reserva).
- Los extremos de los tubos en los cruces llegarán hasta los bordillos de las aceras, debiendo construirse en los extremos un tabique para su fijación.
- En las salidas, el cable se situará en la parte superior del tubo, cerrando los orificios con yeso.
- Siempre que la profundidad de zanja bajo la calzada sea inferior a 60 cm. en el caso de B.T. se utilizarán chapas o tubos de hierro u otros dispositivos que aseguren una resistencia mecánica equivalente, teniendo en cuenta que dentro del mismo tubo deberán colocarse las tres fases y neutro.

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)





- Los cruces de vías férreas, cursos de agua, etc., deberán proyectarse con tododetalle.

### Zanja.

Cuando en una zanja coincidan cables de distintas tensiones se situarán en bandas horizontales a distinto nivel de forma que cada banda se agrupe en cables de igual tensión.

La separación entre dos cables multipolares o ternas de cables unipolares dentro de una misma banda será como mínimo de 20 cm.

La profundidad de las respectivas bandas de cables dependerá de las tensiones, de forma que la mayor profundidad corresponda a la mayor tensión.

### Cable directamente enterrado.

En el lecho de la zanja irá una capa de arena de 10 cm. de espesor sobre la que se colocará el cable. Por encima del cable irá otra capa de arena de 10 cm. de espesor. Ambas capas cubrirán la anchura total de la zanja.

La arena que se utilice para la protección de cables será limpia, suelta y áspera, exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual se tamizará o lavará convenientemente si fuera necesario. Se empleará arena de mina o de río indistintamente, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente y las dimensiones de los granos serán de 2 a 3 mm. como máximo.

Cuando se emplee la arena procedente de la misma zanja, además de necesitar la aprobación del Director de Obra, será necesario su cribado.

Los cables deben estar enterrados a profundidad no inferior a 0,6 m., excepción hecha en el caso en que se atraviesen terrenos rocosos. Salvo casos especiales los eventuales obstáculos deben ser evitados pasando el cable por debajo de los mismos.

Todos los cables deben tener una protección (ladrillos, medias cañas, tejas, losas de piedra, etc. formando bovedillas) que sirva para indicar su presencia durante eventuales trabajos de excavación.

### Cable entubado.

El cable en parte o en todo su recorrido irá en el interior de tubos de cemento, fibrocemento, fundición de hierro, materiales plásticos, etc., de

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



superficie interna lisa, siendo su diámetro interior no inferior a 1,6 veces el diámetro del cable o del haz de cables.

Los tubos estarán hormigonados en todo su recorrido o simplemente con sus uniones recibidas con cemento, en cuyo caso, para permitir su unión correcta, el fondo de la zanja en la que se alojen deberá ser nivelada cuidadosamente después de echar una capa de arena fina o tierra cribada.

Se debe evitar posible acumulación de agua o de gas a lo largo de la canalización situando convenientemente pozos de escape en relación al perfil altimétrico.

En los tramos rectos, cada 15 ó 20 m. según el tipo de cable, para facilitar su tendido se dejarán calas abiertas de una longitud mínima de 2 m. en las que se interrumpirá la continuidad de la tubería.

Una vez tendido el cable, estas calas se taparán recubriendo previamente el cable con canales o medios tubos, recibiendo sus uniones con cemento.

En los cambios de dirección se construirán arquetas de hormigón o ladrillo, siendo sus dimensiones mínimas las necesarias para que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable. No se admitirán ángulos inferiores a 90° y aún éstos se limitarán a los indispensables.

En general, los cambios de dirección se harán con ángulos grandes, siendo la longitud mínima (perímetro) de la arqueta de 2 metros.

En la arqueta, los tubos quedarán a unos 25 cm. por encima del fondo para permitir la colocación de rodillos en las operaciones de tendido. Una vez tendido el cable, los tubos se taponarán con yeso de forma que el cable quede situado en la parte superior del tubo.

La arqueta se rellenará con arena hasta cubrir el cable como mínimo. La situación de los tubos en la arqueta será la que permita el máximo radio de curvatura.

Las arquetas podrán ser registrables o cerradas. En el primer caso deberán tener tapas metálicas o de hormigón armado; provistas de argollas o ganchos que faciliten su apertura. El fondo de estas arquetas será permeable de forma que permita la filtración de agua de lluvia.

Si las arquetas no son registrables se cubrirán con los materiales necesarios.

### Cruzamientos y paralelismos.

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



El cruce de líneas subterráneas con ferrocarriles o vías férreas deberá realizarse siempre bajo tubo. Dicho tubo rebasará las instalaciones de servicio en una distancia de 1,50 m.

En el caso de cruzamientos entre dos líneas eléctricas subterráneas directamente enterradas, la distancia mínima a respetar será de 0,20 m.

El cruzamiento entre cables de energía y conducciones metálicas enterradas no debe efectuarse sobre la proyección vertical de las uniones no soldadas de la misma conducción metálica. No deberá existir ningún empalme sobre el cable de energía a una distancia inferior a 1 m.

La mínima distancia entre la generatriz del cable de energía y la de la conducción metálica no debe ser inferior a 0,30 m. Además, entre el cable y la conducción debe estar interpuesta una plancha metálica de 8 mm. de espesor como mínimo u otra protección mecánica equivalente, de anchura igual al menos al diámetro de la conducción y de todas formas no inferior a 0,50 m.

Análoga medida de protección debe aplicarse en el caso de que no sea posible tener el punto de cruzamiento a distancia igual o superior a 1 m. de un empalme del cable.

En el paralelismo entre cables de energía y conducciones metálicas enterradas se debe mantener en todo caso una distancia mínima en proyección horizontal de:

- 0,50 m. para gaseoductos.
- 0,30 m. para otras conducciones.

Siempre que sea posible, en las instalaciones nuevas la distancia en proyección horizontal entre cables de energía y conducciones metálicas enterradas colocadas paralelamente entre sí no debe ser inferior a:

- 3 m. en el caso de conducciones a presión máxima igual o superior a 25 atm.; dicho mínimo se reduce a 1 m. en el caso en que el tramo de conducción interesado esté contenida en una protección de no más de 100 m.
- 1 m. en el caso de conducciones a presión máxima inferior a 25 atm. En el caso de cruzamiento entre líneas eléctricas subterráneas y líneas de telecomunicación subterránea, el cable de energía debe, normalmente, estar situado por debajo del cable de telecomunicación. La distancia mínima entre el la generatriz externa de cada uno de los dos cables no debe ser inferior a 0,50 m.

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



El cable colocado superiormente debe estar protegido por un tubo de hierro de 1 m. de largo como mínimo y de tal forma que se garantice la distancia entre las generatrices exteriores de los cables, en las zonas no protegidas, sea mayor que la mínima establecida en el caso de paralelismo, que se indica a continuación, media en proyección horizontal.

Dicho tubo de hierro debe estar protegido contra la corrosión y presentar una adecuada resistencia mecánica; su espesor no será inferior a 2 mm.

En donde por justificadas exigencias técnicas no pueda ser respetada la mencionada distancia mínima, sobre el cable inferior debe ser aplicada una protección análoga a la indicada para el cable superior. En todo caso la distancia mínima entre los dos dispositivos de protección no debe ser inferior a 0,10 m.

El cruzamiento no debe efectuarse en correspondencia con una conexión del cable de telecomunicación, y no debe haber empalmes sobre el cable de energía a una distancia inferior a 1 m.

En el caso de paralelismo entre líneas eléctricas subterráneas y líneas de telecomunicación subterráneas, estos cables deben estar a la mayor distancia posible entre sí. En donde existan dificultades técnicas importantes, se puede admitir, excepto en lo indicado posteriormente, una distancia mínima en proyección horizontal, entre los puntos más próximos de las generatrices de los cables, no inferior a 0,50 m. en cables interurbanos o a 0,30 m. en cables urbanos.

Se puede admitir incluso una distancia mínima de 0,15 m. a condición de que el cable de energía sea fácil y rápidamente separado, y eficazmente protegido mediante tubos de hierro de adecuada resistencia mecánica y 2 mm. de espesor como mínimo, protegido contra la corrosión. En el caso de paralelismo con cables de telecomunicación interurbana, dicha protección se refiere también a estos últimos.

Estas protecciones pueden no utilizarse, respetando la distancia mínima de 0,15 m. cuando el cable de energía se encuentra en una cota inferior a 0,50 m. respecto del cable de telecomunicación.

Las reducciones mencionadas no se aplican en el caso de paralelismo con cables coaxiales, para los cuales es taxativa la distancia mínima de 0,50 m. medida sobre la proyección horizontal.

En cuanto a los fenómenos inductivos debidos a eventuales defectos en los cables de energía, la distancia mínima entre los cables a la longitud máxima de los cables situados paralelamente está limitada por la condición de que la f.e.m. inducida sobre el cable de telecomunicación no supere el 60% de la mínima

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



tensión de prueba a tierra de la parte de la instalación metálicamente conectada al cable de telecomunicación.

En el caso de galerías practicables, la colocación de los cables de energía y de telecomunicación se hace sobre apoyos diferentes, con objeto de evitar cualquier posibilidad de contacto directo entre los cables.

### 3.1.3.- NORMAS GENERALES PARA LA EJECUCION DE LAS INSTALACIONES.

Para la buena marcha de la ejecución de un proyecto de línea eléctrica de baja tensión, conviene hacer un análisis de los distintos pasos que hay que seguir y de la forma de realizarlos.

Inicialmente y antes de comenzar su ejecución, se harán las siguientes comprobaciones y reconocimientos:

- Comprobar que se dispone de todos los permisos, tanto oficiales como particulares, para la ejecución del mismo (Licencia Municipal de apertura y cierre de zanjas, Condicionados de Organismos, etc.).
- Hacer un reconocimiento, sobre el terreno, del trazado de la canalización, fijándose en la existencia de bocas de riego, servicios telefónicos, de agua, alumbrado público, etc. que normalmente se puedan apreciar por registros en vía pública.
- Una vez realizado dicho reconocimiento se establecerá contacto con los Servicios Técnicos de las Compañías Distribuidoras afectadas (Agua, Gas, Teléfonos, Energía Eléctrica, etc.), para que señalen sobre el plano de planta del proyecto, las instalaciones más próximas que puedan resultar afectadas.
- Es también interesante, de una manera aproximada, fijar las acometidas a las viviendas existentes de agua y de gas, con el fin de evitar, en lo posible, el deterioro de las mismas al hacer las zanjas.
- El Contratista, antes de empezar los trabajos de apertura de zanjas hará un estudio de la canalización, de acuerdo con las normas municipales, así como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc., así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos, etc.

Todos los elementos de protección y señalización los tendrá que tener dispuestos el contratista de la obra antes de dar comienzo a la misma.

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



### 3.1.4.-REVISIONES, INSPECCIONES Y PRUEBAS PERIODICAS.

Durante la obra o una vez finalizada la misma, el Director de Obra podrá verificar que los trabajos realizados están de acuerdo con las especificaciones de este Pliego de Condiciones. Esta verificación se realizará por cuenta del Contratista.

Una vez finalizadas las instalaciones, el Contratista deberá solicitar la oportuna recepción global de la obra.

En la recepción de la instalación se incluirá la medición de la conductividad de las masas de tierra y las pruebas de aislamiento según la forma establecida en la Norma UNE relativa a cada tipo de cable.

El Director de Obra contestará por escrito al Contratista, comunicando su conformidad a la instalación o condicionando su recepción a la modificación de los detalles que estime susceptibles de mejora.

### 3.1.5.- CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.

Cuando se proceda a la apertura de zanja, se vigilará la aparición del cable desenterrado, llegando con la máquina hasta la protección mecánica. A partir de aquí la excavación se realizará a mano con el fin de no dañar los cables.

Antes de la realización de los trabajos se procederá a la petición de descargo de la línea, mediante desconexión de fusibles en C.T.

### 3.1.6.-REVISIONES, INSPECCIONES Y PRUEBAS PERIODICAS REGLAMENTARIAS.

Se realizarán las estipuladas en el vigente Reglamento Electrotécnico de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



### 3.2. RED DE MEDIA TENSION.

#### **3.2.1.- CALIDAD DE LOS MATERIALES. CONDICIONES Y EJECUCION.**

##### **3.2.1.1.- Conductores: Tendido, empalmes, terminales, cruces y protecciones.**

###### Tendido de Cables en Zanja Abierta:

Cuando se desplace la bobina en tierra rodándola, hay que fijarse en el sentido de rotación, generalmente indicado en ella con una flecha, con el fin de evitar que se afloje el cable enrollado en la misma.

La bobina no debe almacenarse sobre un suelo blando.

Antes de comenzar el tendido del cable se estudiará el punto más apropiado para situar la bobina, generalmente por facilidad de tendido: en el caso de suelos con pendiente suele ser conveniente el canalizar cuesta abajo. También hay que tener en cuenta que si hay muchos pasos con tubos, se debe procurar colocar la bobina en la parte más alejada de los mismos, con el fin de evitar que pase la mayor parte del cable por los tubos.

En el caso del cable trifásico no se canalizará desde el mismo punto en dos direcciones opuestas con el fin de que las espirales de los tramos se correspondan.

Para el tendido, la bobina estará siempre elevada y sujeta por un barrón y gatos de potencia apropiada al peso de la misma.

Tendido de cables: Los cables deben ser siempre desarrollados y puestos en su sitio con el mayor cuidado, evitando que sufran torsión, hagan bucles, etc. y teniendo siempre pendiente que el radio de curvatura del cable deber ser superior a 20 veces su diámetro durante su tendido, y superior a 10 veces su diámetro una vez instalado.

Cuando los cables se tiendan a mano, los hombres estarán distribuidos de una manera uniforme a lo largo de la zanja.

También se puede canalizar mediante cabrestantes, tirando del extremo del cable, al que se habrá adoptado una cabeza apropiada, y con un esfuerzo de tracción por mmR de conductor que no debe sobrepasar el que indique el fabricante del mismo. En cualquier caso el esfuerzo no será superior a 4 kg/mm<sup>2</sup> en cables trifásicos y a 5 kg/mm<sup>2</sup> para cables unipolares, ambos casos con conductores de cobre. Cuando se trate de aluminio deben reducirse a la

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)





mitad. Será imprescindible la colocación de dinamómetro para medir dicha tracción mientras se tiende.

El tendido se hará obligatoriamente sobre rodillos que puedan girar libremente y contruados de forma que no puedan dañar el cable. Se colocarán en las curvas los rodillos de curva precisos de forma que el radio de curvatura no sea menor de veinte veces el diámetro del cable. Durante el tendido del cable se tomarán precauciones para evitar al cable esfuerzos importantes, así como que sufra golpes o rozaduras.

No se permitirá desplazar el cable, lateralmente, por medio de palancas u otros útiles, sino que se deberá hacer siempre a mano. Sólo de manera excepcional se autorizará desenrollar el cable fuera de la zanja, en casos muy específicos y siempre bajo la vigilancia del Supervisor de la Obra.

Cuando la temperatura ambiente sea inferior a 0 grados centígrados no se permitirá hacer el tendido del cable debido a la rigidez que toma el aislamiento.

La zanja, en todo su longitud, deberá estar cubierta con una capa de 10 cm. de arena fina en el fondo, antes de proceder al tendido del cable.

No se dejará nunca el cable tendido en una zanja abierta, sin haber tomado antes la precaución de cubrirlo con la capa de 15 cm. de arena fina y la protección de rasilla.

En ningún caso se dejarán los extremos del cable en la zanja sin haber asegurado antes una buena estanqueidad de los mismos. Cuando dos cables se canalicen para ser empalmados, si están aislados con papel impregnado, se cruzarán por lo menos un metro, con objeto de sanear las puntas y si tienen aislamiento de plástico el cruzamiento será como mínimo de 50 cm.

Las zanjas, una vez abiertas y antes de tender el cable, se recorrerán con detenimiento para comprobar que se encuentran sin piedras u otros elementos duros que puedan dañar a los cables en su tendido.

Si con motivo de las obras de canalización aparecieran instalaciones de otros servicios, se tomarán todas las precauciones para no dañarlas, dejándolas, al terminar los trabajos, en la misma forma en que se encontraban primitivamente.

Si involuntariamente se causara alguna avería en dichos servicios, se avisará con toda urgencia a la oficina de control de obras y a la empresa correspondiente, con el fin de que procedan a su reparación. El encargado de la obra por parte de la Contrata, tendrá las señas de los servicios públicos, así

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)





como su número de teléfono, por si tuviera, el mismo, que llamarcomunicando la avería producida.

Si las pendientes son muy pronunciadas, y el terreno es rocoso e impermeable, seestá expuesto a que la zanja de canalización sirva de drenaje, con lo que se originaría unarrastre de la arena que sirve de lecho a los cables.

En este caso, si es un talud, se deberáhacer la zanja al bias, para disminuir la pendiente, y de no ser posible, conviene que en esazona se lleve la canalización entubada y recibida con cemento.

Cuando dos o más cables de M.T. discurren paralelos entre dos subestaciones,centros de reparto, centros de transformación, etc., deberán señalizarse debidamente, para facilitar su identificación en futuras aperturas de la zanja utilizando para ello cada metro ymedio, cintas adhesivas de colores distintos para cada circuito, y en fajas de anchosdiferentes para cada fase si son unipolares.

En el caso de canalizaciones con cables unipolares de media tensión formandoternas, la identificación es más dificultosa y por ello es muy importante el que los cables omazos de cables no cambien de posición en todo su recorrido como acabamos de indicar.

Además se tendrá en cuenta lo siguiente:

a) Cada metro y medio serán colocados por fase una vuelta de cinta adhesiva ypermanente, indicativo de la fase 1, fase 2 y fase 3 utilizando para ello los coloresnormalizados cuando se trate de cables unipolares. Por otro lado, cada metro ymedio envolviendo las tres fases, se colocarán unas vueltas de cinta adhesiva queagrupe dichos conductores y los mantenga unidos, salvo indicación en contra delSupervisor de Obras. En el caso de varias ternas de cables en mazos, las vueltasde cinta citadas deberán ser de colores distintos que permitan distinguir un circuitode otro.

b) Cada metro y medio, envolviendo cada conductor de MT tripolar, serán colocadas unas vueltas de cinta adhesivas y permanente de un color distinto para cadacircuito, procurando además que el ancho de la faja sea distinto en cada uno.

Tendido de Cables en Tubulares: Cuando el cable se tienda a mano o concabrestantes y dinamómetro, y haya que pasar el mismo por un tubo, se facilitará estaoperación mediante una cuerda, unida a la extremidad del cable, que llevará incorporado undispositivo de manga tiracables, teniendo cuidado de que el esfuerzo de tracción sea lo másdébil posible, con el fin de evitar

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



alargamiento de la funda de plomo, según se ha indicado anteriormente. Se situará un hombre en la embocadura de cada cruce de tubo, para guiar el cable y evitar el deterioro del mismo o rozaduras en el tramo del cruce.

Los cables de media tensión unipolares de un mismo circuito, pasarán todos juntos por un mismo tubo dejándolos sin encintar dentro del mismo. Nunca se deberán pasar dos cables trifásicos de media tensión por un tubo.

En aquellos casos especiales que a juicio del Supervisor de la Obra se instalen los cables unipolares por separado, cada fase pasará por un tubo y en estas circunstancias los tubos no podrán ser nunca metálicos.

Se evitarán en lo posible las canalizaciones con grandes tramos entubados y si esto no fuera posible se construirán arquetas intermedias en los lugares marcados en el proyecto, o en su defecto donde indique el Supervisor de Obra (según se indica en el apartado CRUCES (cables entubados)).

Una vez tendido el cable, los tubos se taparán perfectamente con cinta de yute Pirelli Tupir o similar, para evitar el arrastre de tierras, roedores, etc., por su interior y servir a la vez de almohadilla del cable. Para ello se cierra el rollo de cinta en sentido radial y se ajusta a los diámetros del cable y del tubo quitando las vueltas que sobren.

Tendido de cables en galería: Los cables en galería se colocarán en palomillas, ganchos u otros soportes adecuados, que serán colocados previamente de acuerdo con lo indicado en el apartado de Colocación de Soportes y Palomillas.

Antes de empezar el tendido se decidirá el sitio donde va a colocarse el nuevo cable para que no se interfiera con los servicios ya establecidos.

En los tendidos en galería serán colocadas las cintas de señalización ya indicadas y las palomillas o soportes deberán distribuirse de modo que puedan aguantar los esfuerzos electrodinámicos que posteriormente pudieran presentarse.

### 3.2.1.2.- Accesorios.

Empalmes: Se ejecutarán los tipos denominados reconstruidos indicados en el proyecto, cualquiera que sea su aislamiento: papel impregnado, polímero o plástico.

Para su confección se seguirán las normas dadas por el Director de Obra o en su defecto las indicadas por el fabricante del cable o el de los empalmes.

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en no romper el papel al doblar las venas del cable, así como en realizar los baños de aceite con la frecuencia necesaria para evitar coqueras. El corte de los rollos de papel se hará por rasgado y no contijera, navaja, etc.

En los cables de aislamiento seco, se prestará especial atención a la limpieza de las trazas de cinta semiconductora pues ofrecen dificultades a la vista y los efectos de insuficiencia en este sentido pueden originar el fallo del cable en servicio.

Botellas Terminales: Se utilizará el tipo indicado en el proyecto, siguiendo para su confección las normas que dicte el Director de Obra o en su defecto el fabricante del cable o el de las botellas terminales.

En los cables de papel impregnado se tendrá especial cuidado en las soldaduras, de forma que no queden poros por donde pueda pasar humedad, así como en el relleno de las botellas, realizándose éste con calentamiento previo de la botella terminal y de forma que la pasta rebase por la parte superior.

Asimismo, se tendrá especial cuidado en el doblado de los cables de papel impregnado, para no rozar el papel, así como en la confección del cono difusor de flujos en los cables de campo radial, prestando atención especial a la continuidad de la pantalla.

Se recuerdan las mismas normas sobre el corte de los rollos de papel, y la limpieza de los trozos de cinta semiconductora dadas en el apartado anterior de Empalmes.

Autoválvulas y Seccionador: Los dispositivos de protección contra sobretensiones de origen atmosférico serán pararrayos autovalvulares tal y como se indica en la memoria del proyecto, colocados sobre el apoyo de entronque A/S, inmediatamente después del seccionador según el sentido de la corriente. El conductor de tierra del pararrayo se colocará por el interior del apoyo resguardado por las caras del angular del montaje y hasta tres metros del suelo e irá protegido mecánicamente por un tubo de material no ferromagnético.

El conductor de tierra a emplear será de cobre aislado para la tensión de servicio, de 50 mm<sup>2</sup> de sección y se unirá a los electrodos de barra necesarios para alcanzar una resistencia de tierra inferior a 20  $\Omega$ .

La separación de ambas tomas de tierra será como mínimo de 5 m.

Se pondrá especial cuidado en dejar regulado perfectamente el accionamiento del mando del seccionador.

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



Los conductores de tierra atravesarán la cimentación del apoyo mediante tubos defibroemento de 6 cm.  $\phi$  inclinados de manera que partiendo de una profundidad mínima de 0,60 m. emerjan lo más recto posible de la peana en los puntos de bajada de sus respectivos conductores.

Herrajes y Conexiones: Se procurará que los soportes de las botellas terminales queden fijos tanto en las paredes de los centros de transformación como en las torres metálicas y tengan la debida resistencia mecánica para soportar el peso de los soportes, botellas terminales y cable.

Asimismo, se procurará que queden completamente horizontales.

Soportes y Palomillas para Cables sobre Muros de Hormigón: Antes de proceder a la ejecución de taladros, se comprobará la buena resistencia mecánica de las paredes, se realizará asimismo el replanteo para que una vez colocados los cables queden bien sujetos sin estar forzados.

El material de agarre que se utilice será el apropiado para que las paredes no queden debilitadas y las palomillas soporten el esfuerzo necesario para cumplir la misión para la que se colocan.

Soportes y Palomillas para Cables sobre Muros de Ladrillo. Igual al apartado anterior, pero sobre paredes de ladrillo.

### 3.2.1.3.- Obra civil.

Ejecución: Su ejecución comprende:

- Apertura de las zanjas.
- Suministro y colocación de protección de arena.
- Suministro y colocación de protección de rasillas y ladrillo.
- Colocación de la cinta de atención al cable.
- Tapado y apisonado de las zanjas.
- Carga y transporte de las tierras sobrantes.
- Utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados.

a) Apertura de las zanjas.

Las canalizaciones, salvo casos de fuerza mayor, se ejecutarán en terrenos de dominio público, bajo las aceras, evitando ángulos pronunciados.

El trazado será lo más rectilíneo posible, paralelo en toda su longitud a bordillos de fachadas de los edificios principales.

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



Antes de proceder al comienzo de los trabajos, se marcarán, en el pavimento de las aceras, las zonas donde se abrirán las zanjas marcando tanto su anchura como su longitud y las zonas donde se dejarán puentes para la contención del terreno.

Si ha habido posibilidad de conocer las acometidas de otros servicios a las fincas construidas se indicarán sus situaciones, con el fin de tomar las precauciones debidas.

Antes de proceder a la apertura de las zanjas se abrirán calas de reconocimiento para confirmar o rectificar el trazado previsto. Al marcar el trazado de las zanjas se tendrá en cuenta el radio mínimo que hay que dejar en la curva con arreglo a la sección del conductor conductores que se vayan a canalizar, de forma que el radio de curvatura de tendido sea como mínimo 20 veces el diámetro exterior del cable.

Las zanjas se ejecutarán verticales hasta la profundidad escogida, colocándose entibaciones en los casos en que la naturaleza del terreno lo haga preciso.

Se dejará un paso de 50 cm entre las tierras extraídas y la zanja, todo a lo largo de la misma, con el fin de facilitar la circulación del personal de la obra y evitar la caída de tierras en la zanja.

Se deben tomar todas las precauciones precisas para no tapar con tierra registros, degas, teléfonos, bocas de riego, alcantarillas, etc.

Durante la ejecución de los trabajos en la vía pública se dejarán pasos suficientes para vehículos, así como los accesos a los edificios, comercios y garajes. Si es necesario interrumpir la circulación se precisará una autorización especial.

En los pasos de carruajes, entradas de garajes, etc., tanto existentes como futuros, los cruces serán ejecutados con tubos, de acuerdo con las recomendaciones del apartado correspondiente y previa autorización del Supervisor de Obra.

#### b) Suministro y colocación de protecciones de arenas.

La arena que se utilice para la protección de los cables será limpia, suelta, áspera, crujiente al tacto; exenta de sustancias orgánicas, arcilla o partículas terrosas, para lo cual si fuese necesario, se tamizará o lavará convenientemente.

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



Se utilizará indistintamente de cantera o de río, siempre que reúna las condiciones señaladas anteriormente y las dimensiones de los granos serán de dos o tres milímetros como máximo.

Cuando se emplee la procedente de la zanja, además de necesitar la aprobación del Supervisor de la Obra, será necesario su cribado.

En el lecho de la zanja irá una capa de 10 cm. de espesor de arena, sobre la que se situará el cable. Por encima del cable irá otra capa de 15 cm. de arena. Ambas capas de arena ocuparán la anchura total de la zanja.

### c) Suministro y colocación de protección de rasilla y ladrillo.

Encima de la segunda capa de arena se colocará una capa protectora de rasilla o ladrillo, siendo su anchura de un pie (25 cm.) cuando se trate de proteger un solo cable o terna de cables en mazos.

La anchura se incrementará en medio pie (12,5 cm.) por cada cable o terna de cables en mazos que se añada en la misma capa horizontal.

Los ladrillos o rasillas serán cerámicos, duros y fabricados con buenas arcillas.

Su cocción será perfecta, tendrá sonido campanil y su fractura será uniforme, sin caliches ni cuerpos extraños.

Tanto los ladrillos huecos como las rasillas estarán fabricados con barro fino y presentará caras planas con estrías.

Cuando se tiendan dos o más cables tripolares de Media Tensión o una o varias ternas de cables unipolares, entonces se colocará, a todo lo largo de la zanja, un ladrillo en posición de canto para separar los cables cuando no se pueda conseguir una separación de 25 cm. entre ellos.

### d) Colocación de la cinta de Atención al cable.

En las canalizaciones de cables de media tensión se colocará una cinta de cloruro de polivinilo, que denominaremos Atención a la existencia del cable, tipo UNESA. Se colocará a lo largo de la canalización una tira por cada cable de media tensión tripolar o terna de unipolares en mazos y en la vertical del mismo a una distancia mínima a la parte superior del cable de 30 cm. La distancia mínima de la cinta a la parte inferior del pavimento será de 10 cm.

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



e) Tapado y apisonado de las zanjas.

Una vez colocadas las protecciones del cable, señaladas anteriormente, se rellenará toda la zanja con tierra de la excavación (previa eliminación de piedras gruesas, cortantes o escombros que puedan llevar), apisonada, debiendo realizarse los 20 primeros cm. de forma manual, y para el resto es conveniente apisonar mecánicamente.

El tapado de las zanjas deberá hacerse por capas sucesivas de diez centímetros de espesor, las cuales serán apisonadas y regadas, si fuese necesario, con el fin de que quede suficientemente consolidado el terreno. La cinta de Atención a la existencia del cable, se colocará entre dos de estas capas, tal como se ha indicado en d).

El contratista será responsable de los hundimientos que se produzcan por la deficiencia de esta operación y por lo tanto serán de su cuenta posteriores reparaciones que tengan que ejecutarse.

f) Carga y transporte a vertedero de las tierras sobrantes.

Las tierras sobrantes de la zanja, debido al volumen introducido en cables, arenas, rasillas, así como el esponje normal del terreno serán retiradas por el contratista y llevadas al vertedero.

El lugar de trabajo quedará libre de dichas tierras y completamente limpio.

g) Utilización de los dispositivos de balizamiento apropiados.

Durante la ejecución de las obras, éstas estarán debidamente señalizadas de acuerdo con los condicionamientos de los Organismos afectados y Ordenanzas Municipales.

**3.2.1.4.- Zanjas: ejecución, tendido, cruzamientos, paralelismos, señalización y acabado.**

Zanja normal para media tensión.

Se considera como zanja normal para cables de media tensión la que tiene 0,60 m. de anchura media y profundidad 1,10 m., tanto en aceras como en calzada. Esta profundidad podrá aumentarse por criterio exclusivo del Supervisor de Obras.

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)





La separación mínima entre ejes de cables tripolares, o de cables unipolares, componentes de distinto circuito, deberá ser de 0,20 m. separados por un ladrillo, o de 25cm. entre capas externas sin ladrillo intermedio.

La distancia entre capas externas de los cables unipolares de fase será como mínimo de 8 cm. con un ladrillo o rasilla colocado de canto entre cada dos de ellos a todo lo largo de las canalizaciones.

Al ser de 10 cm. el lecho de arena, los cables irán como mínimo a 1 m. de profundidad. Cuando esto no sea posible y la profundidad sea inferior a 0,70 m. deberán protegerse los cables con chapas de hierro, tubos de fundición u otros dispositivos que aseguren una resistencia mecánica equivalente, siempre de acuerdo y con la aprobación del Supervisor de la Obra.

#### Zanja para media tensión en terreno con servicios.

Cuando al abrir calas de reconocimiento o zanjas para el tendido de nuevos cables aparezcan otros servicios se cumplirán los siguientes requisitos.

- a) Se avisará a la empresa propietaria de los mismos. El encargado de la obra tomará las medidas necesarias, en el caso de que estos servicios queden al aire, para sujetarlos con seguridad de forma que no sufran ningún deterioro. Y en el caso en que haya que correrlos, para poder ejecutar los trabajos, se hará siempre de acuerdo con la empresa propietaria de las canalizaciones. Nunca se deben dejar los cables suspendidos, por necesidad de la canalización, de forma que estén en tensión, con el fin de evitar que las piezas de conexión, tanto en empalmes como en derivaciones, puedan sufrir.
- b) Se establecerán los nuevos cables de forma que no se entrecrucen con los servicios establecidos, guardando, a ser posible, paralelismo con ellos.
- c) Se procurará que la distancia mínima entre servicios sea de 30 cm. en la proyección horizontal de ambos.
- d) Cuando en la proximidad de una canalización existan soportes de líneas aéreas de transporte público, telecomunicación, alumbrado público, etc., el cable se colocará a una distancia mínima de 50 cm. de los bordes extremos de los soportes o de las fundaciones. Esta distancia pasará a 150 cm. cuando el soporte esté sometido a un esfuerzo de vuelco permanente hacia la zanja. En el caso en que esta precaución no se pueda tomar, se utilizará una protección mecánica resistente a lo largo de la fundación del soporte, prolongada una longitud de 50 cm. a un lado y a otro de los bordes extremos de aquella con la aprobación del Supervisor de la Obra.

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)





### Zanja con más de una banda horizontal.

Cuando en una misma zanja se coloquen cables de baja tensión y media tensión, cada uno de ellos deberá situarse a la profundidad que le corresponda y llevará su correspondiente protección de arena y rasilla.

Se procurará que los cables de media tensión vayan colocados en el lado de la zanja más alejada de las viviendas y los de baja tensión en el lado de la zanja más próximo a las mismas.

De este modo se logrará prácticamente una independencia casi total entre ambas canalizaciones.

La distancia que se recomienda guardar en la proyección vertical entre ejes de ambas bandas debe ser de 25 cm.

Los cruces en este caso, cuando los haya, se realizarán de acuerdo con lo indicado en los planos del proyecto. Zanjales en Roca.

Se tendrá en cuenta todo lo dicho en el apartado de zanjales en tierra. La profundidad mínima será de 2/3 de los indicados anteriormente en cada caso.

En estos casos se atenderá a las indicaciones del Supervisor de Obra sobre la necesidad de colocar o no protección adicional.

### Zanjales Anormales y Especiales.

La separación mínima entre ejes de cables multipolares o mazos de cables unipolares, componentes del mismo circuito, deberá ser de 0,20 m. separados por un ladrillo o de 0,25 m. entre caras sin ladrillo y la separación entre los ejes de los cables extremos y la pared de la zanja de 0,10 m.; por tanto, la anchura de la zanja se hará con arreglo a estas distancias mínimas y de acuerdo con lo ya indicado cuando, además, haya que colocar tubos.

También en algunos casos se pueden presentar dificultades anormales (galerías, pozos, cloacas, etc.).

Entonces los trabajos se realizarán con precauciones y normas pertinentes al caso y las generales dadas para zanjales de tierra.

### Rotura de Pavimentos.

Además de las disposiciones dadas por la Entidad propietaria de los pavimentos, para la rotura, deberá tenerse en cuenta lo siguiente:

Memoria	
ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL	
Promotor:	Ubicación:
U.P.C.T.	Barrio de los Dolores
Fecha:	C.P. Localidad (Provincia):
Sept / 2013	30310 Cartagena (Murcia)



a) La rotura del pavimento con maza (Almádena) está rigurosamente prohibida, debiendo hacer el corte del mismo de una manera limpia, con lajadera.

b) En el caso en que el pavimento esté formado por losas, adoquines, bordillos de granito u otros materiales, de posible posterior utilización, se quitarán éstos con la precaución debida para no ser dañados, colocándose luego de forma que no sufran deterioro y en el lugar que molesten menos a la circulación.

### Reposición de Pavimentos.

Los pavimentos serán repuestos de acuerdo con las normas y disposiciones dictadas por el propietario de los mismos.

Deberá lograrse una homogeneidad, de forma que quede el pavimento nuevo lo más igualado posible al antiguo, haciendo su reconstrucción con piezas nuevas si está compuesto por losas, losetas, etc.

En general serán utilizados materiales nuevos salvo las losas de piedra, bordillo de granito y otros similares.

### Cruces (Cables Entubados).

El cable deberá ir en el interior de tubos en los casos siguientes:

A) Para el cruce de calles, caminos o carreteras con tráfico rodado.

B) En las entradas de carruajes o garajes públicos.

C) En los lugares en donde por diversas causas no debe dejarse tiempo la zanja abierta.

D) En los sitios en donde esto se crea necesario por indicación del Proyecto o del Supervisor de la Obra.

### **3.2.2.- NORMAS GENERALES PARA LA EJECUCION DE LAS INSTALACIONES.**

Para la buena marcha de la ejecución de un proyecto de línea eléctrica de alta tensión, conviene hacer un análisis de los distintos pasos que hay que seguir y de la forma de realizarlos.

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



Inicialmente y antes de comenzar su ejecución, se harán las siguientes comprobaciones y reconocimientos:

- Comprobar que se dispone de todos los permisos, tanto oficiales como particulares, para la ejecución del mismo (Licencia Municipal de apertura y cierre de zanjas, Condicionados de Organismos, etc.).
- Hacer un reconocimiento, sobre el terreno, del trazado de la canalización, fijándose en la existencia de bocas de riego, servicios telefónicos, de agua, alumbrado público, etc. que normalmente se puedan apreciar por registros en vía pública.
- Una vez realizado dicho reconocimiento se establecerá contacto con los Servicios Técnicos de las Compañías Distribuidoras afectadas (Agua, Gas, Teléfonos, Energía Eléctrica, etc.), para que señalen sobre el plano de planta del proyecto, las instalaciones más próximas que puedan resultar afectadas.
- Es también interesante, de una manera aproximada, fijar las acometidas a las viviendas existentes de agua y de gas, con el fin de evitar, en lo posible, el deterioro de las mismas al hacer las zanjas.
- El Contratista, antes de empezar los trabajos de apertura de zanjas hará un estudio de la canalización, de acuerdo con las normas municipales, así como de los pasos que sean necesarios para los accesos a los portales, comercios, garajes, etc., así como las chapas de hierro que hayan de colocarse sobre la zanja para el paso de vehículos, etc.

Todos los elementos de protección y señalización los tendrá que tener dispuestos el contratista de la obra antes de dar comienzo a la misma.

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



### **3.3. CENTROS DE TRANSFORMACION.**

#### **3.3.1.-CALIDAD DE LOS MATERIALES.**

##### **3.3.1.1.- Obra civil.**

La(s) envolvente(s) empleada(s) en la ejecución de este proyecto cumplirán las condiciones generales prescritas en el MIE-RAT 14, Instrucción Primera del Reglamento de Seguridad en Centrales Eléctricas, en lo referente a su inaccesibilidad, pasos y accesos, conducciones y almacenamiento de fluidos combustibles y de agua, alcantarillado, canalizaciones, cuadros y pupitres de control, celdas, ventilación, paso de líneas y canalizaciones eléctricas a través de paredes, muros y tabiques. Señalización, sistemas contra incendios, alumbrados, primeros auxilios, pasillos de servicio y zonas de protección y documentación.

##### **3.3.1.2.- Aparamenta de Media Tensión.**

Las celdas empleadas serán prefabricadas, con envolvente metálica, y que utilicen gaspara cumplir dos misiones:

- Aislamiento: El aislamiento integral en gas confiere a la aparamenta sus características de resistencia al medio ambiente, bien sea a la polución del aire, a la humedad, o incluso a la eventual sumersión del centro por efecto de riadas.  
Por ello, esta característica es esencial especialmente en las zonas con alta polución, en las zonas con clima agresivo (costas marítimas y zonas húmedas) y en las zonas más expuestas a riadas o entradas de agua en el centro.
- Corte: El corte en gas resulta más seguro que el aire, debido a lo explicado para el aislamiento.

Igualmente, las celdas empleadas habrán de permitir la extensibilidad "in situ" del centro, de forma que sea posible añadir más líneas o cualquier otro tipo de función, sin necesidad de cambiar la aparamenta previamente existente en el centro.

##### **3.3.1.3.-Transformadores de potencia.**

El transformador o transformadores instalados en este Centro de Transformación serán trifásicos, con neutro accesible en el secundario y demás

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



características según lo indicado en la Memoria en los apartados correspondientes a potencia, tensiones primarias y secundarias, regulación en el primario, grupo de conexión, tensión de cortocircuito y protecciones propias del transformador.

Estos transformadores se instalarán, en caso de incluir un líquido refrigerante, sobre una plataforma ubicada encima de un foso de recogida, de forma que en caso de que se derrame e incendie, el fuego quede confinado en la celda del transformador, sin difundirse por los pasos de cable ni otras aberturas al resto del Centro de Transformación, si estos son de maniobra interior (tipo caseta).

Los transformadores, para mejor ventilación, estarán situados en la zona de flujo natural de aire, de forma que la entrada de aire esté situada en la parte inferior de las paredes adyacentes al mismo y las salidas de aire en la zona superior de esas paredes.

#### 3.3.1.4.- Equipos de medida.

Al tratarse de un Centro para distribución pública, no se incorpora medida de energía en MT, por lo que ésta se efectuará en las condiciones establecidas en cada uno de los ramales en el punto de derivación hacia cada cliente en BT, atendiendo a lo especificado en el Reglamento de Baja Tensión e Instrucciones Técnicas Complementarias.

### 3.3.2.- NORMAS DE EJECUCIÓN DE LAS INSTALACIONES

Todos los materiales, aparatos, máquinas, y conjuntos integrados en los circuitos de instalación proyectada cumplen las normas, especificaciones técnicas, y homologaciones que le son establecidas como de obligado cumplimiento por el Ministerio de Ciencia y Tecnología.

Por lo tanto, la instalación se ajustará a los planos, materiales, y calidades de dicho proyecto, salvo orden facultativa en contra.

#### 3.3.3.- REVISIONES Y PRUEBAS REGLAMENTARIAS AL FINALIZAR LA OBRA.

Las pruebas y ensayos a que serán sometidos los equipos y/o edificios una vez terminadas su fabricación serán las que establecen las normas particulares

Memoria	
ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL	
Promotor:	Ubicación:
U.P.C.T.	Barrio de los Dolores
Fecha:	C.P. Localidad (Provincia):
Sept / 2013	30310 Cartagena (Murcia)



de cada producto, que se encuentran en vigor y que aparecen como normativa de obligado cumplimiento en el MIE-RAT 02.

### 3.3.4.- CONDICIONES DE USO, MANTENIMIENTO Y SEGURIDAD.

El centro deberá estar siempre perfectamente cerrado, de forma que impida el acceso de las personas ajenas al servicio.

En el interior del centro no se podrá almacenar ningún elemento que no pertenezca a la propia instalación.

Para la realización de las maniobras oportunas en el centro se utilizará banquillo, palanca de accionamiento, guantes, etc., y deberán estar siempre en perfecto estado de uso, lo que se comprobará periódicamente.

Antes de la puesta en servicio en carga del centro, se realizará una puesta en servicio en vacío para la comprobación del correcto funcionamiento de las máquinas.

Se realizarán unas comprobaciones de las resistencias de aislamiento y de tierra de los diferentes componentes de la instalación eléctrica.

Toda la instalación eléctrica debe estar correctamente señalizada y debe disponer de las advertencias e instrucciones necesarias de modo que se impidan los errores de interrupción, maniobras incorrectas, y contactos accidentales con los elementos en tensión o cualquier otro tipo de accidente.

Se colocarán las instrucciones sobre los primeros auxilios que deben presentarse en caso de accidente en un lugar perfectamente visible.

#### - Puesta en servicio

El personal encargado de realizar las maniobras estará debidamente autorizado y adiestrado.

Las maniobras se realizarán en el siguiente orden: primero se conectará el interruptor/seccionador de entrada, si lo hubiere. A continuación se conectará la aparamenta de conexión siguiente hasta llegar al transformador, con lo cual tendremos a éste trabajando para hacer las comprobaciones oportunas.

Una vez realizadas las maniobras de MT, procederemos a conectar la red de BT.

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



#### - Separación de servicio

Estas maniobras se ejecutarán en sentido inverso a las realizadas en la puesta en servicio y no se darán por finalizadas mientras no esté conectado el seccionador de puesta a tierra.

#### - Mantenimiento

Para dicho mantenimiento se tomarán las medidas oportunas para garantizar la seguridad del personal.

Este mantenimiento consistirá en la limpieza, engrasado y verificado de los componentes fijos y móviles de todos aquellos elementos que fuese necesario.

Las celdas tipo CGMcosmos de ORMAZABAL, empleadas en la instalación, no necesitan mantenimiento interior, al estar aislada su apartamentación interior en gas, evitando de esta forma el deterioro de los circuitos principales de la instalación.

### **3.3.5.- CERTIFICADOS Y DOCUMENTACIÓN.**

Se adjuntarán, para la tramitación de este proyecto ante los organismos público competentes, las documentaciones indicadas a continuación:

- Autorización administrativa de la obra.
- Proyecto firmado por un técnico competente.
- Certificado de tensión de paso y contacto, emitido por una empresa homologada.
- Certificación de fin de obra.
- Contrato de mantenimiento.
- Conformidad por parte de la compañía suministradora.

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



### 3.3.6.-LIBRO DE ÓRDENES.

Se dispondrá en este centro de un libro de órdenes, en el que se registrarán todas las incidencias surgidas durante la vida útil del citado centro, incluyendo cada visita, revisión, etc.

EL INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL

Fdo.: Antonio Romero Garcia  
Cartagena, Septiembre de 2.013

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



# 4. PRESUPUESTO

*Proyecto:*

**ELECTRIFICACION DE UN POLIGONO RESIDENCIAL**

*Promotor:*

**UNIVERSIDAD POLITECNICA  
DE CARTAGENA**

*Ubicación:*

**Barrio de los Dolores**

*Fecha:*

**Sept / 2013**

*C.P. Población (Provincia):*

**30310 Cartagena (Murcia)**

**Antonio Romero García**  
Ingeniero Técnico Industrial  
Especialidad Electricidad



Presupuesto parcial

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
<b><u>1.- Cajas generales de protección</u></b>					
1.1	Ud	Caja general de protección y medida hasta 63 A. para 2 contadores monofásicos, incluso bases cortacircuitos y fusibles para protección de línea repartidora; para empotrar.			
		Total ud.....:	82,000	86,02	7.053,64
1.2	Ud	Caja general de protección y medida hasta 63A. para 1 contador monofásico, incluso bases cortacircuitos y fusibles para protección de línea repartidora; para empotrar.			
		Total ud .....	6,000	162,78	976,68
1.3	Ud	Caja general protección 400 A. incluido bases cortacircuitos y fusibles calibrados de 400 A. para protección de la línea repartidora, situada en fachada o interior nicho mural.			
		Total ud .....	18,000	214,91	3.868,38
<b>Total cajas generales de protección:</b>					<b>11.898,70</b>

**2.- Red Eléctrica Media Tensión**

2.1	M.	Red eléctrica de media tensión enterrada bajo acera, realizada con cables conductores de 3(1x150)Al. 12/20 kV., con aislamiento de dieléctrico seco, formados por: conductor de aluminio compacto de sección circular, pantalla sobre el conductor de mezcla semiconductora, aislamiento de etileno-propileno (EPR), pantalla sobre el aislamiento de mezcla semiconductora pelable no metálica asociada a una corona de alambre y contraespira de cobre y cubierta termoplástica a base de poliolefina, en instalación subterránea bajo acera, en zanja de 60 cm. de ancho y 100 cm. de profundidad, incluyendo excavación de zanja, asiento con 10 cm. de arena de río, montaje de cables conductores, relleno con una capa de 25 cm. de arena de río, instalación de placa cubrecables para protección mecánica, relleno con tierra procedente de la excavación apisonada con medios manuales en tongadas de 10 cm., colocación de cinta de señalización, sin incluir la reposición de acera, incluso suministro y montaje de cables conductores, con parte proporcional de empalmes para cable, retirada y transporte a vertedero de los productos sobrantes de la excavación y pruebas de rigidez dieléctrica, totalmente instalada, transporte, montaje y conexionado.			
		Total m. ....:	84,000	47,70	4.006,80
2.2	M.	Red eléctrica de media tensión entubada bajo calzada, realizada con cables conductores de 3(1x150)Al. 12/20 kV., con aislamiento de dieléctrico seco, formados por: conductor de aluminio compacto de sección circular, pantalla sobre el conductor de mezcla semiconductora, aislamiento de etileno-propileno (EPR), pantalla sobre el aislamiento de mezcla semiconductora pelable no metálica asociada a una corona de alambre y contraespira de cobre y cubierta termoplástica a base de poliolefina, en instalación subterránea bajo calzada, en zanja de 60 cm. de ancho y 105 cm. de profundidad, incluyendo excavación de zanja, asiento con 5 cm. de hormigón HM-20/B/20/I, montaje de tubos de material termoplástico de 160 mm. de diámetro, relleno con una capa de hormigón HM-20/B/20/I, hasta una altura de 10 cm. por encima de los tubos envolviéndolos completamente, y relleno con hormigón ciclópeo HM-12,5/B/20, hasta la altura donde se inicia el firme y el pavimento; sin incluir la reposición de pavimento; incluso suministro y montaje de cables conductores, con parte proporcional de empalmes para cable, retirada y transporte a vertedero de los productos sobrantes de la excavación y pruebas de rigidez dieléctrica, totalmente instalada, transporte, montaje y conexionado.			
		Total m. ....:	1.540,000	68,96	106.198,40
<b>Total Media Tensión:</b>					<b>110.205,20</b>

**3.- Red Eléctrica Baja Tensión**

3.1	M.	Línea de distribución en baja tensión, desde Centro de Transformación de la Cía. hasta abonados, enterrada bajo acera, realizada con cables conductores de 3x240+1x150 mm2 Al. RV 0,6/1 kV., formada por: conductor de aluminio con aislamiento en polietileno reticulado y cubierta de PVC, en instalación subterránea bajo acera, en zanja de dimensiones mínimas 45 cm. de ancho y 70 cm. de profundidad, incluyendo excavación de zanja, asiento con 10 cm. de arena de río, montaje de cables conductores, relleno con una capa de 15 cm. de arena de río, instalación de placa cubrecables para protección mecánica, relleno con tierra procedente de la excavación de 25 cm. de espesor, apisonada con medios manuales, colocación de cinta de señalización, sin reposición de acera; incluso suministro y montaje de cables conductores, con parte proporcional de empalmes para cable, retirada y transporte a vertedero de los productos sobrantes de la excavación, y pruebas de rigidez dieléctrica, totalmente instalada, transporte, montaje y conexionado.			
		Total m. ....:	2.375,000	40,27	95.641,25

**Presupuesto parcial**

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
3.2	M.	Línea de distribución en baja tensión, desde Centro de Transformación de la Cía. hasta abonados, enterrada bajo acera, realizada con cables conductores de 3x150+1x95 mm <sup>2</sup> Al. RV 0,6/1 kV., formada por: conductor de aluminio con aislamiento en polietileno reticulado y cubierta de PVC, en instalación subterránea bajo acera, en zanja de dimensiones mínimas 45 cm. de ancho y 70 cm. de profundidad, incluyendo excavación de zanja, asiento con 10 cm. de arena de río, montaje de cables conductores, relleno con una capa de 15 cm. de arena de río, instalación de placa cubrecables para protección mecánica, relleno con tierra procedente de la excavación de 25 cm. de espesor, apisonada con medios manuales, colocación de cinta de señalización, sin reposición de acera; incluso suministro y montaje de cables conductores, con parte proporcional de empalmes para cable, retirada y transporte a vertedero de los productos sobrantes de la excavación, y pruebas de rigidez dieléctrica, totalmente instalada, transporte, montaje y conexionado.			
		Total m. ....:	1.062,000	30,61	32.507,82
3.3	M.	Línea de distribución en baja tensión, desde Centro de Transformación de la Cía. hasta abonados, enterrada bajo acera, realizada con cables conductores de 3x95+1x50 mm <sup>2</sup> Al. RV 0,6/1 kV., formada por: conductor de aluminio con aislamiento en polietileno reticulado y cubierta de PVC, en instalación subterránea bajo acera, en zanja de dimensiones mínimas 45 cm. de ancho y 70 cm. de profundidad, incluyendo excavación de zanja, asiento con 10 cm. de arena de río, montaje de cables conductores, relleno con una capa de 15 cm. de arena de río, instalación de placa cubrecables para protección mecánica, relleno con tierra procedente de la excavación de 25 cm. de espesor, apisonada con medios manuales, colocación de cinta de señalización, sin reposición de acera; incluso suministro y montaje de cables conductores, con parte proporcional de empalmes para cable, retirada y transporte a vertedero de los productos sobrantes de la excavación, y pruebas de rigidez dieléctrica, totalmente instalada, transporte, montaje y conexionado.			
		Total m. ....:	277,000	23,61	6.539,97
3.4	Ud	Cuadro de mando para alumbrado público, para 2 salidas, montado sobre armario de poliéster reforzado con fibra de vidrio, de dimensiones 1.000x800x250 mm., con los elementos de protección y mando necesarios, como 1 interruptor automático general, 2 contactores, 1 interruptor automático para protección de cada circuito de salida, 1 interruptor diferencial por cada circuito de salida y 1 interruptor diferencial para protección del circuito de mando; incluso célula fotoeléctrica y reloj con interruptor horario. Totalmente conexionado y cableado.			
		Total ud .....	2,000	1.474,29	2.948,58
<b>Total Baja Tensión:</b>					<b>137.637,62</b>

**4.- Centro de Transformación PFU**

**4.1.- Obra Civil**

4.1.1	Ud	Edificio de Transformación: PFU-5/20			
		Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo PFU-5/20, de dimensiones generales aproximadas 6080 mm de largo por 2380 mm de fondo por 3045 mm de alto. Incluye el edificio y todos sus elementos exteriores según CEI 622171-202, transporte, montaje y accesorios.			
		Total ud .....	1,000	11.825,00	11.825,00
<b>Total obra civil:</b>					<b>11.825,00</b>

**4.2.- Equipo MT**

4.2.1	Ud	Entrada / Salida 1: CGMCOSMOS-L			
		Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características:			
		Un = 24 kV In = 400 A Icc = 16 kA / 40 kA Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm Mando: manual tipo B			
		Se incluyen el montaje y conexión.			
		Total ud .....	1,000	2.675,00	2.675,00

**Presupuesto parcial**

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
4.2.2	Ud	<p><b>Entrada / Salida 2: CGMCOSMOS-L</b></p> <p>Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características:</p> <p>Un = 24 kV In = 400 A Icc = 16 kA / 40 kA Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm Mando: manual tipo B</p> <p>Se incluyen el montaje y conexión.</p>			
Total ud. ....:			1,000	2.675,00	2.675,00
4.2.3	Ud.	<p><b>Acoplamiento de Barras: CGMCOSMOS-S</b></p> <p>Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características:</p> <p>Un = 24 kV In = 400 A Icc = 16 kA / 40 kA Dimensiones: 450 mm / 735 mm / 1740 mm Mando: manual tipo B</p> <p>Se incluyen el montaje y conexión.</p>			
Total ud. ....:			1,000	2.675,00	2.675,00
4.2.4	Ud.	<p><b>Entrada / Salida 3: CGMCOSMOS-L</b></p> <p>Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características:</p> <p>Un = 24 kV In = 400 A Icc = 16 kA / 40 kA Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm Mando: manual tipo B</p> <p>Se incluyen el montaje y conexión.</p>			
Total ud. ....:			1,000	2.675,00	2.675,00
4.2.5	Ud	<p><b>Entrada / Salida 4: CGMCOSMOS-L f0</b></p> <p>Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características:</p> <p>Un = 24 kV In = 400 A Icc = 16 kA / 40 kA Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm Mando: manual tipo B</p> <p>Se incluyen el montaje y conexión.</p>			
Total ud. ....:			1,000	2.675,00	2.675,00

**Presupuesto parcial**

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
4.2.6	Ud	<p>Entrada / Salida 5 : CGMCOSMOS-L</p> <p>Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL, con las siguientes características:</p> <p>Un = 24 kV In = 400 A Icc = 16 kA / 40 kA Dimensiones: 365 mm / 735 mm / 1740 mm Mando: manual tipo B</p> <p>Se incluyen el montaje y conexión.</p>			
		Total ud .....:	1,000	2.675,00	2.675,00
4.2.7	Ud.	<p>Protección Transformador 1: CGMCOSMOS-P</p> <p>Módulo metálico de corte y aislamiento íntegro en gas, preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características:</p> <p>Un = 24 kV In = 400 A Icc = 16 kA / 40 kA Dimensiones: 470 mm / 735 mm / 1740 mm Mando (fusibles): manual tipo BR</p> <p>Se incluyen el montaje y conexión.</p>			
		Total ud. ....:	1,000	3.500,00	3.500,00
4.2.8	Ud.	<p>Puentes MT Transformador 1: Cables MT 12/20 kV</p> <p>Cables MT 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al empleando 3 de 10 m de longitud, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR.</p>			
		Total ud. ....:	1,000	1.175,00	1.175,00
			Total apartamento Media Tensión:		20.725,00

**4.3.-Equipo de Potencia**

4.3.1	Ud	<p>Transformador 1: Transformador aceite 24 kV</p> <p>Transformador trifásico reductor de tensión, según las normas citadas en la Memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), grupo de conexión Dyn11, de tensión de cortocircuito de 4% y regulación primaria de + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %.</p> <p>Se incluye también una protección con Termómetro.</p>			
		Total ud .....:	1,000	9.450,00	9.450,00
			Total Equipo de Potencia		9.450,00

**4.4.- Equipo de Baja Tensión**

4.4.1	Ud	<p>Cuadros BT - B2 Transformador 1: CBTO</p> <p>Cuadro de Baja Tensión Optimizado CBTO-C, con 6 salidas con fusibles salidas trifásicas con fusibles en bases ITV, y demás características descritas en la Memoria.</p>			
		Total ud .....:	1,000	2.975,00	2.975,00
4.4.2	Ud.	<p>Puentes BT - B2 Transformador 1: Puentes BT - B2 Transformador 1</p> <p>Juego de puentes de cables de BT, de sección y material Al (Polietileno Reticulado) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 3xfase+3xneutro de 2,5 m de longitud.</p>			
		Total ud. ....:	1,000	1.150,00	1.150,00

Memoria		Página 4	
ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL			
Promotor:	Ubicación:		
U.P.C.T.	Barrio de los Dolores		
Fecha:	C.P. Localidad (Provincia):		
Sept / 2013	30310 Cartagena (Murcia)		

**Presupuesto parcial**

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
Total equipo de Baja Tensión:					4.125,00

**4.5.- Sistema de Puesta a Tierra**

**4.5.1 Ud. Tierras Exteriores Prot Transformación: Anillo rectangular**

Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexionada, empleando conductor de cobre desnudo.

El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14 mm de diámetro.

Características:

Geometría: Anillo rectangular  
Profundidad: 0,5 m  
Número de picas: cuatro  
Longitud de picas: 2 metros  
Dimensiones del rectángulo: 7.0x2.5 m

Total ud. ....: 1,000 1.285,00 1.285,00

**4.5.2 Ud. Tierras Exteriores Serv Transformación: Picas alineadas**

Tierra de servicio o neutro del transformador. Instalación exterior realizada con cobre aislado con el mismo tipo de materiales que las tierras de protección.

Características:

Geometría: Picas alineadas  
Profundidad: 0,5 m  
Número de picas: dos  
Longitud de picas: 2 metros  
Distancia entre picas: 3 metros

Total ud. ....: 1,000 630,00 630,00

**4.5.3 Ud. Tierras Interiores Prot Transformación: Instalación interior tierras**

Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás apartada de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.

Total ud. ....: 1,000 925,00 925,00

**4.5.4 Ud. Tierras Interiores Serv Transformación: Instalación interior tierras**

Instalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado a la pared, y conectado al neutro de BT, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora.

Total ud. ....: 1,000 925,00 925,00

Total Sistema de Puesta a Tierra: 3.765,00

**4.6.- Varios**

**4.6.1 Ud. Defensa de Transformador 1: Protección física transformador  
Protección metálica para defensa del transformador.**

Total ud. ....: 1,000 233,00 233,00

**4.6.2 Ud. Iluminación Edificio de Transformación: Equipo de iluminación**

Equipo de iluminación compuesto de:

Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los equipos de MT.

Equipo autónomo de alumbrado de emergencia y señalización de la salida del local.

Total ud. ....: 1,000 600,00 600,00

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)

**Presupuesto parcial**

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
4.6.3	Ud.	Maniobra de Transformación: Equipo de seguridad y maniobra			
		Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por:			
		Banquillo aislante			
		Par de guantes de amianto			
		Extintor de eficacia 89B			
		Una palanca de accionamiento			
		Armario de primeros auxilios			
		Total ud. ....:	1,000	700,00	700,00
				Total Varios:	1.533,00
		Total Centro de Transformación PFU:			51.423,00

**5.- Centro de Transformación Miniblock**

**5.1.- Obra Civil**

5.1.1	Ud	Edificio de Transformación: miniBLOK - 24
		Edificio prefabricado constituido por una envolvente, de estructura monobloque, de hormigón armado, tipo miniBLOK - 24, de dimensiones generales aproximadas 2100 mm de largo por 2100 mm de fondo por 2240 mm de alto. Incluye el edificio, todos sus elementos exteriores según RU-1303A, transporte, montaje, accesorios y apartament interior que está formada sobre un bastidor por los siguientes elementos:

**5.2.- Equipo MT**

5.2.1	Ud	E/S1,E/S2,PT1: CGMCOSMOS-2LP
		Equipo compacto de corte y aislamiento íntegro en gas, extensible y preparado para una eventual inmersión, fabricado por ORMAZABAL con las siguientes características:
		Un = 24 kV
		In = 400 A
		Icc = 16 kA / 40 kA
		Dimensiones: 1190 mm / 735 mm / 1300 mm
		Mando 1: manual tipo B
		Mando 2: manual tipo B
		Mando (fusibles): manual tipo BR
5.2.2	Ud	Puentes MT Transformador 1: Cables MT 12/20 kV
		Cables MT 12/20 kV del tipo DHZ1, unipolares, con conductores de sección y material 1x50 Al empleando 3 de 10 m de longitud, y terminaciones ELASTIMOLD de 24 kV del tipo enchufable acodada y modelo K158LR.
		En el otro extremo son del tipo enchufable acodada y modelo K158LR.

**5.3.- Equipo de Potencia**

5.3.1	Ud	Transformador 1: Transformador aceite 24 kV
		Transformador trifásico reductor de tensión, según las normas citadas en la Memoria con neutro accesible en el secundario, de potencia 400 kVA y refrigeración natural aceite, de tensión primaria 20 kV y tensión secundaria 420 V en vacío (B2), grupo de conexión Dyn11, de tensión de cortocircuito de 4% y regulación primaria de + 2,5%, + 5%, + 7,5%, + 10 %.

**5.4.- Equipo de Baja Tensión**

5.4.1	Ud	Cuadros BT - B2 Transformador 1: CBTO
		Cuadro de BT especialmente diseñado para esta aplicación, con las características indicadas en la Memoria.

Memoria	
ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL	
Promotor:	Ubicación:
U.P.C.T.	Barrio de los Dolores
Fecha:	C.P. Localidad (Provincia):
Sept / 2013	30310 Cartagena (Murcia)

**Presupuesto parcial**

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
5.4.2	Ud.	Puentes BT - B2 Transformador 1: Puentes BT - B2 Transformador 1			
		Juego de puentes de cables de BT, de sección y material Cu (Etileno-Propileno) sin armadura, y todos los accesorios para la conexión, formados por un grupo de cables en la cantidad 2xfase + 1xneutro de 2,5 m de longitud.			
<b>5.5.- Varios</b>					
5.5.1	Ud.	Iluminación Edificio de Transformación: Equipo de iluminación Equipo de iluminación compuesto de:			
		Equipo de alumbrado que permita la suficiente visibilidad para ejecutar las maniobras y revisiones necesarias en los equipos de MT.			
5.5.2	Ud.	Maniobra de Transformación: Equipo de seguridad y maniobra			
		Equipo de operación que permite tanto la realización de maniobras con aislamiento suficiente para proteger al personal durante la operación, tanto de maniobras como de mantenimiento, compuesto por:			
		Par de guantes de amianto Una palanca de accionamiento			
				<b>Total:</b>	<b>28.525,00</b>

**4.6.- Sistema de Puesta a Tierra**

4.6.1	Ud	Tierras Exteriores Prot Transformación: Anillo rectangular			
		Instalación exterior de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, debidamente montada y conexionada, empleando conductor de cobre desnudo.			
El conductor de cobre está unido a picas de acero cobreado de 14 mm de diámetro.					
Características:					
Geometría: Anillo rectangular					
Profundidad: 0,5 m					
Número de picas: cuatro					
Longitud de picas: 2 metros					
Dimensiones del rectángulo: 2.5x2.5 m					
Total ud. ....:			1,000	1.285,00	1.285,00
4.6.2	Ud.	Tierras Exteriores Serv Transformación: Picas alineadas			
		Tierra de servicio o neutro del transformador. Instalación exterior realizada con cobre aislado con el mismo tipo de materiales que las tierras de protección.			
Características:					
Geometría: Picas alineadas					
Profundidad: 0,5 m					
Número de picas: dos					
Longitud de picas: 2 metros					
Distancia entre picas: 3 metros					
Total ud. ....:			1,000	630,00	630,00
4.6.3	Ud.	Tierras Interiores Prot Transformación: Instalación interior tierras			
		Instalación de puesta a tierra de protección en el edificio de transformación, con el conductor de cobre desnudo, grapado a la pared, y conectado a los equipos de MT y demás apartamiento de este edificio, así como una caja general de tierra de protección según las normas de la compañía suministradora.			



**Presupuesto parcial**

Nº	Ud	Descripción	Medición	Precio	Importe
4.6.4	Ud.	Tierras Interiores Serv Transformación: Instalación interior tierras			
		Instalación de puesta a tierra de servicio en el edificio de transformación, con el conductor de cobre aislado, grapado a la pared, y conectado al neutro de BT, así como una caja general de tierra de servicio según las normas de la compañía suministradora.			
			Total Sistema de Tierras:		1.915,00
			Total Centro de Transformación Miniblock		30.440,00

Memoria

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)

#### **4.2.- PRESUPUESTO TOTAL**

1. CAJAS GENERALES DE PROTECCION	11.898,70
2. RED ELECTRICA DE MEDIA TENSION	110.205,20
3. RED ELECTRICA DE BAJA TENSION	137.637,62
4. CENTRO DE TRANSFORMACION PFU 5/20	
4.1. Obra Civil	11.825,00
4.2. Aparamenta de Media Tensión	20.725,00
4.3. Equipos de Potencia	9.450,00
4.4. Equipos de Baja Tensión	4.125,00
4.5. Sistema de Tierras	3.765,00
4.6. Varios	1.533,00
5. CENTROS DE TRANSFORMACION MINIBLOCK	
5.1 Centro de Transformación 1	30.440,00
5.2 Centro de Transformación 2	30.440,00
5.3 Centro de Transformación 3	30.440,00
5.4 Centro de Transformación 4	30.440,00

Total: 432.924,52

Asciende el presupuesto de ejecución material a la expresada cantidad de **CUATROCIENTOS TREINTA Y DOS MIL NOVECIENTOS VEINTICUATRO EUROS Y CINCUENTA Y DOS CENTIMOS(432.924,52€).**

EL INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL

Fdo.: Antonio Romero García

Cartagena, Septiembre de 2.013

<i>Memoria</i>	
ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL	
<i>Promotor:</i>	<i>Ubicación:</i>
U.P.C.T.	Barrio de los Dolores
<i>Fecha:</i>	<i>C.P. Localidad (Provincia):</i>
Sept / 2013	30310 Cartagena (Murcia)

# 5. PLANOS

*Proyecto:*

**ELECTRIFICACION DE UN POLIGONO RESIDENCIAL**

*Promotor:*

**UNIVERSIDAD POLITECNICA  
DE CARTAGENA**

*Ubicación:*

**Barrio de los Dolores**

*Fecha:*

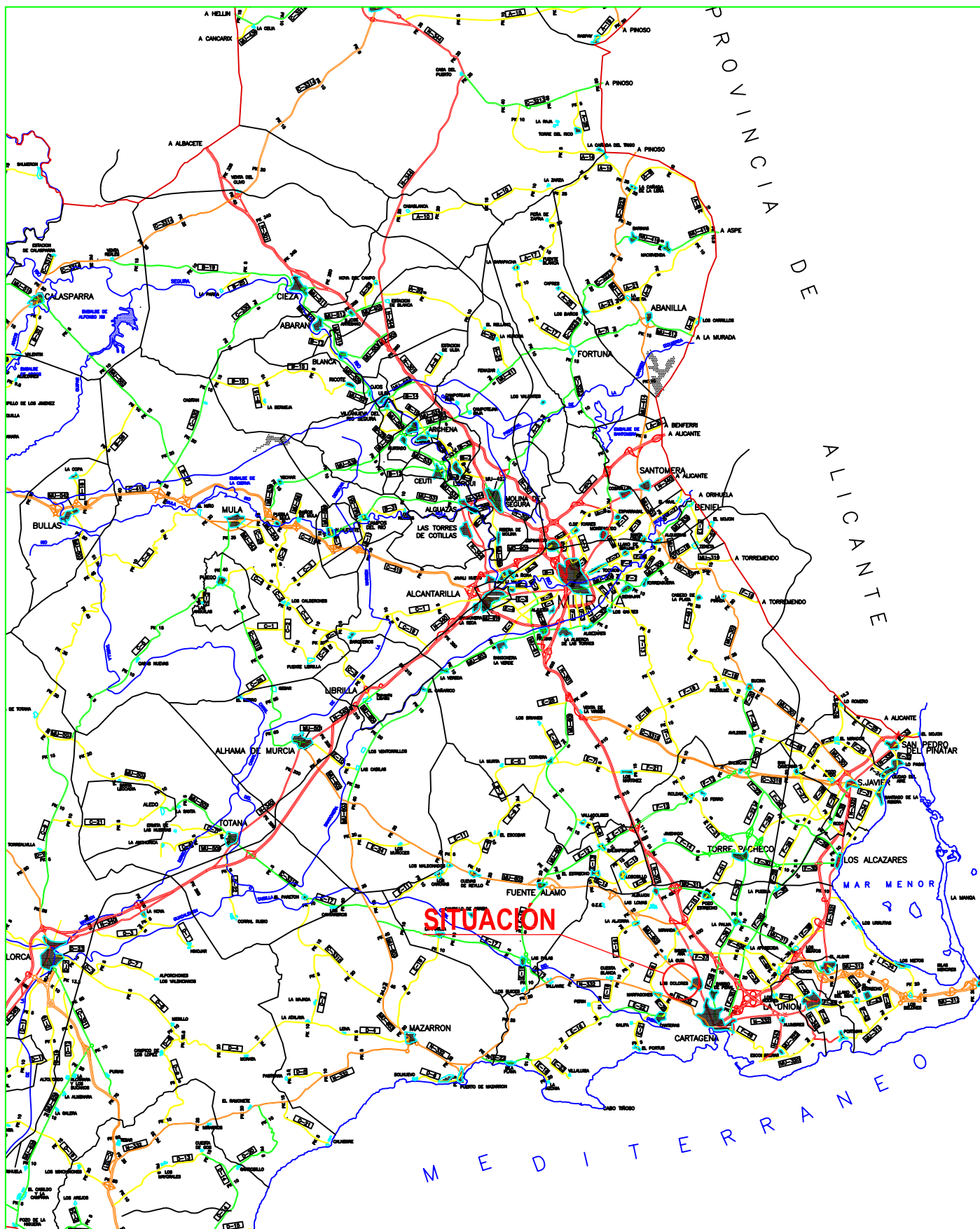
**Sept / 2013**

*C.P. Población (Provincia):*

**30310 Cartagena (Murcia)**

**Antonio Romero García**  
Ingeniero Técnico Industrial  
Especialidad Electricidad





Proyecto:

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio los Dolores

Visado:

Expediente:

Fecha:

PFC-1309

Sept / 2013

C.P. Población (Provincia):

30310, Cartagena (Murcia)

Denominación:

SITUACION

Escala:

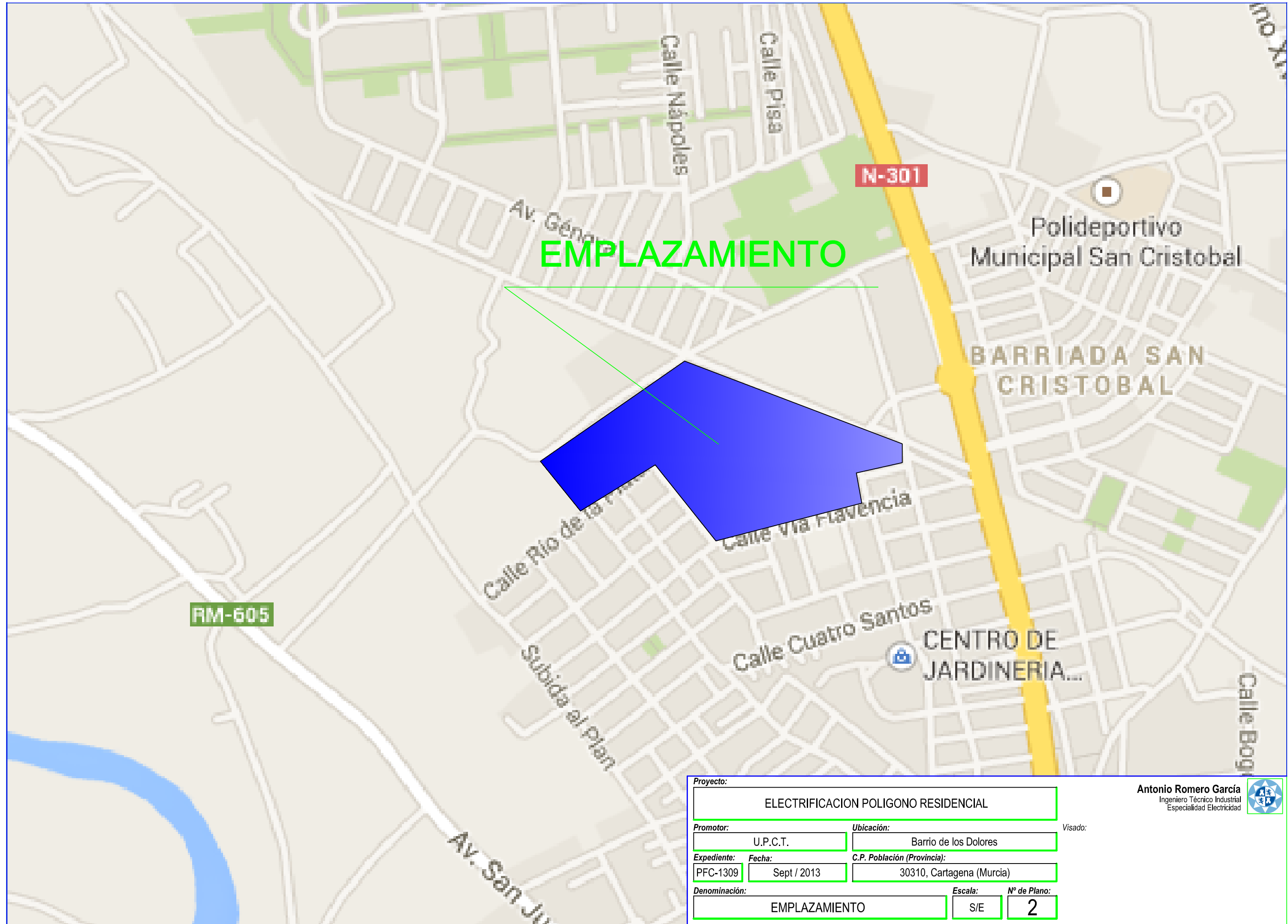
1/50.000

Nº de Plano:

1

Antonio Romero García  
Ingeniero Técnico Industrial  
Especialidad Electricidad





Proyecto:

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Visado:

Expediente:

PFC-1309

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Población (Provincia):

30310, Cartagena (Murcia)

Denominación:

EMPLAZAMIENTO

Escala:

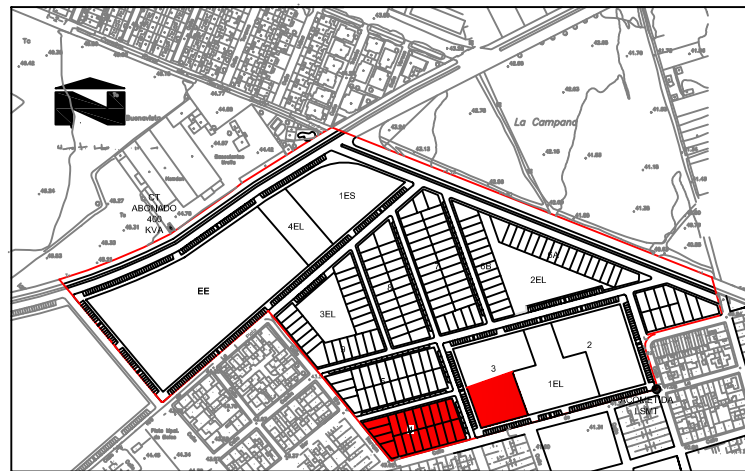
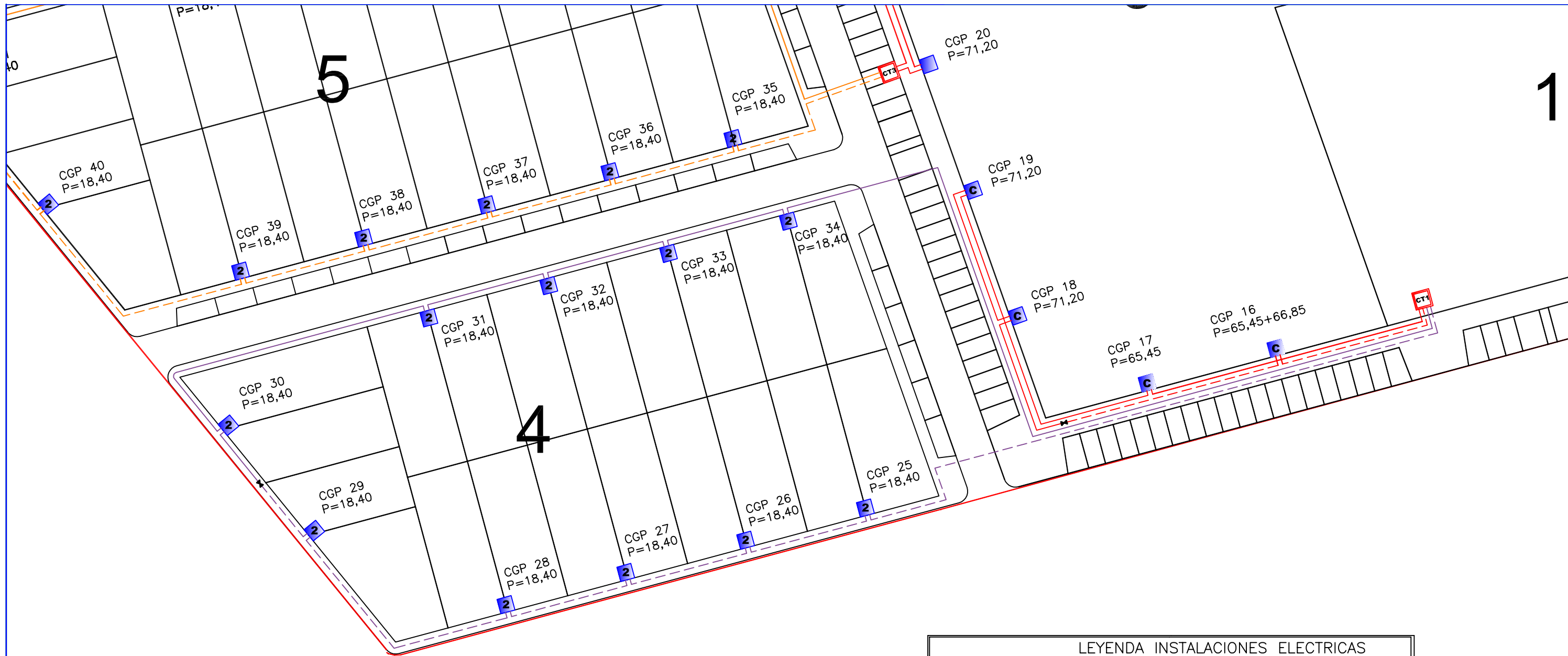
S/E

Nº de Plano:

2

Antonio Romero García  
Ingeniero Técnico Industrial  
Especialidad Electricidad



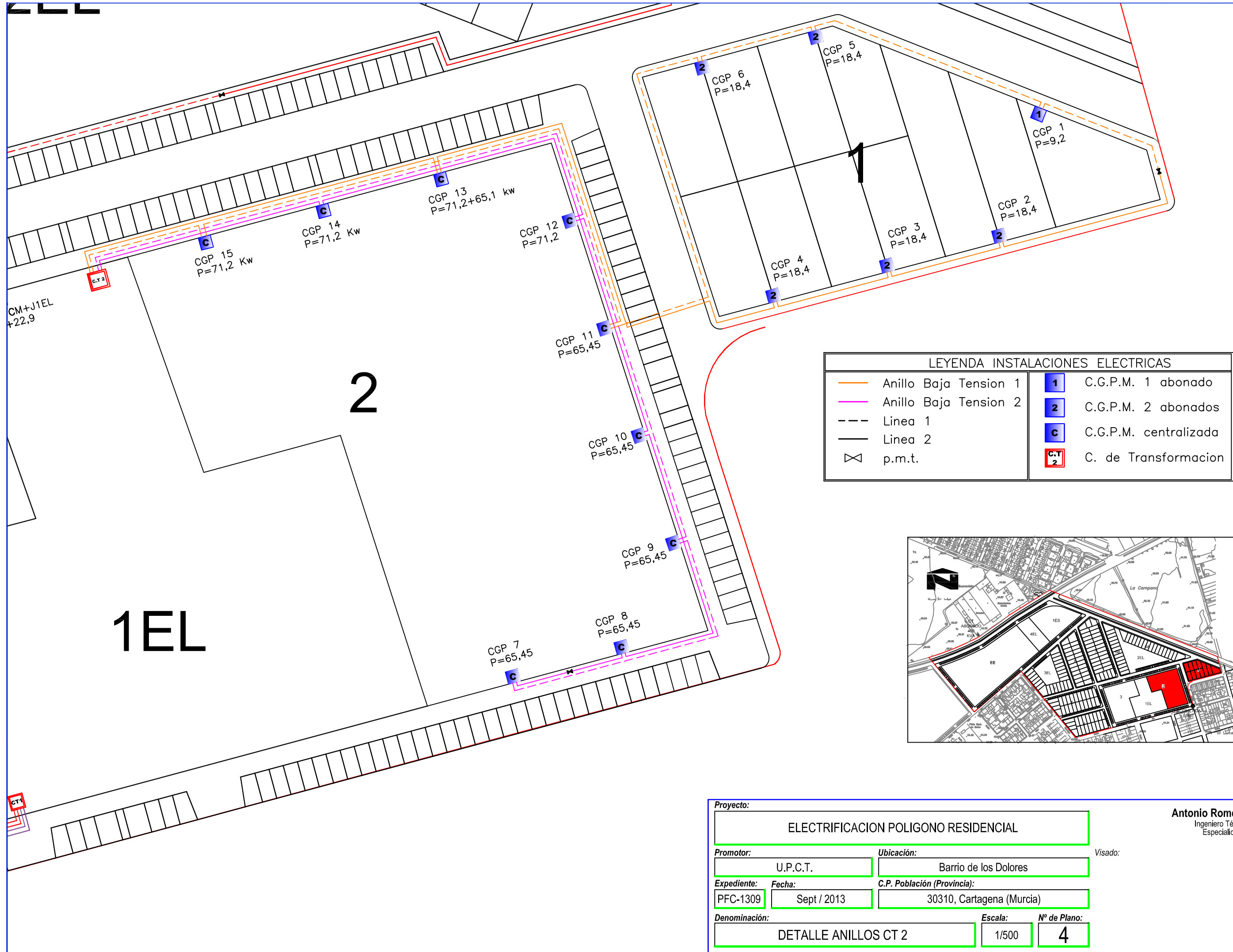


LEYENDA INSTALACIONES ELECTRICAS			
	Anillo Baja Tension 1		C.G.P.M. 1 abonado
	Anillo Baja Tension 2		C.G.P.M. 2 abonados
	Linea 1		C.G.P.M. centralizada
	Linea 2		C. de Transformacion
	p.m.t.		

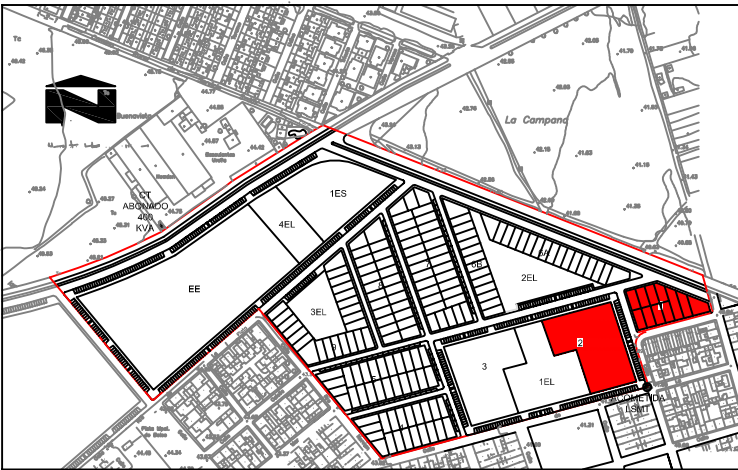
Proyecto:			
ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL			
Promotor:		Ubicación:	
U.P.C.T.		Barrio de los Dolores	
Expediente:		C.P. Población (Provincia):	
PFC-1309		30310, Cartagena (Murcia)	
Denominación:		Escala:	
DETALLE ANILLOS CT 1		1/500	
		Nº de Plano:	
		3	







LEYENDA INSTALACIONES ELECTRICAS			
	Anillo Baja Tension 1		C.G.P.M. 1 abonado
	Anillo Baja Tension 2		C.G.P.M. 2 abonados
	Linea 1		C.G.P.M. centralizada
	Linea 2		C. de Transformacion
	p.m.t.		

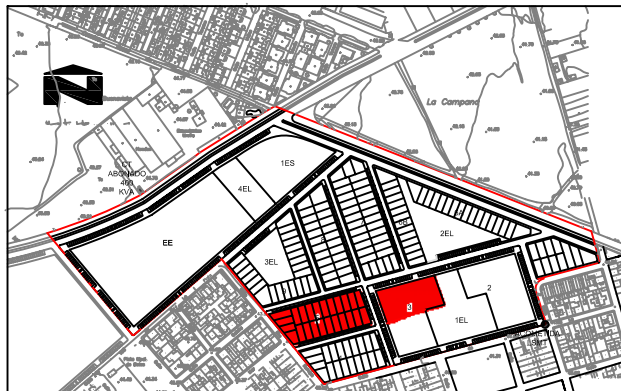
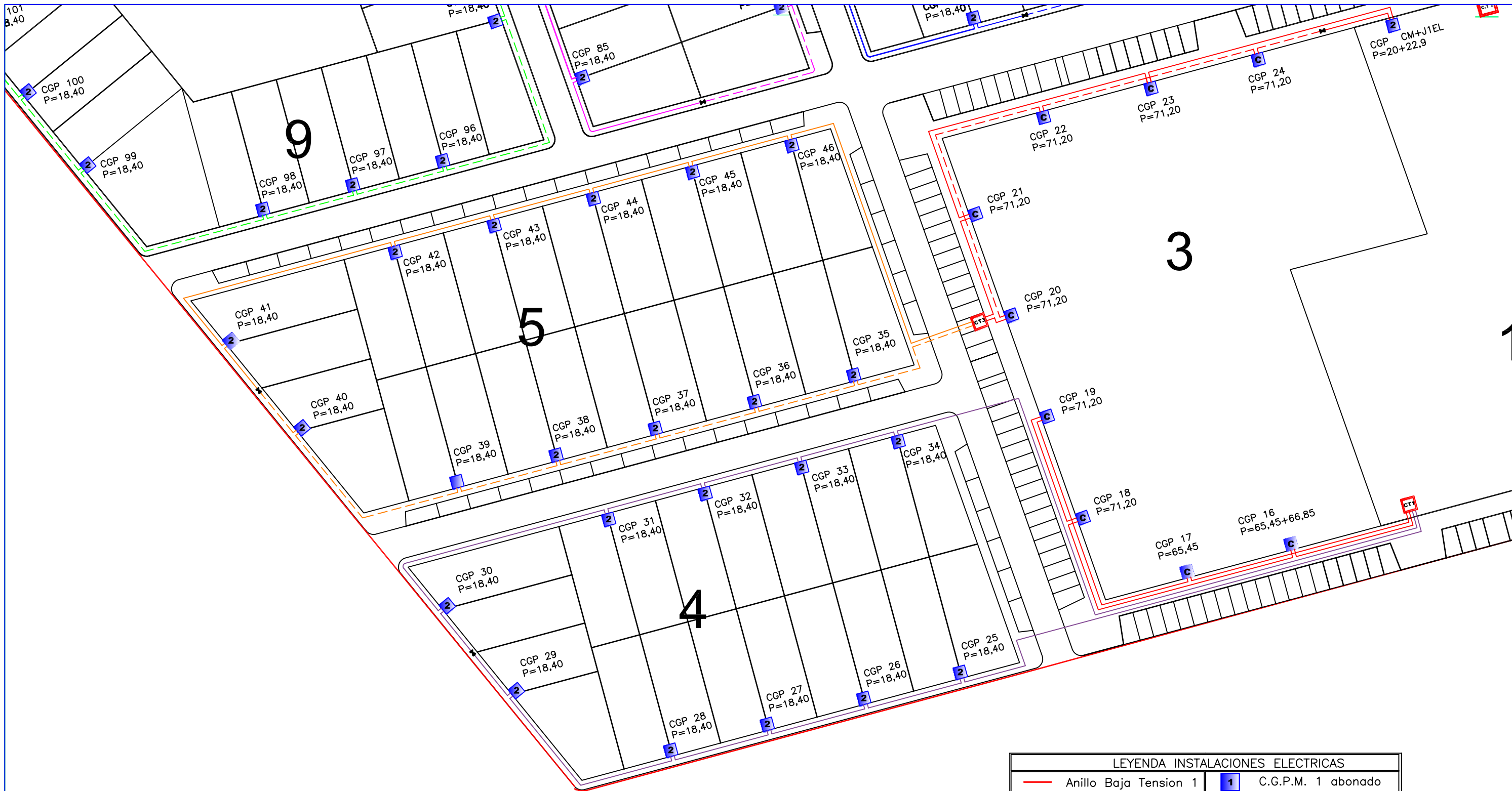


Proyecto:			
ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL			
Promotor:		Ubicación:	
U.P.C.T.		Barrio de los Dolores	
Expediente:		C.P. Población (Provincia):	
PFC-1309		30310, Cartagena (Murcia)	
Denominación:		Escala:	
DETALLE ANILLOS CT 2		1/500	
		Nº de Plano:	
		4	

Visado:

Antonio Romero García  
Ingeniero Técnico Industrial  
Especialidad Electricidad





LEYENDA INSTALACIONES ELECTRICAS			
<span style="color: red;">—</span>	Anillo Baja Tension 1	<span style="background-color: blue; color: white; padding: 2px;">1</span>	C.G.P.M. 1 abonado
<span style="color: orange;">—</span>	Anillo Baja Tension 2	<span style="background-color: blue; color: white; padding: 2px;">2</span>	C.G.P.M. 2 abonados
<span style="color: black;">—</span>	Linea 1	<span style="background-color: blue; color: white; padding: 2px;">c</span>	C.G.P.M. centralizada
<span style="color: blue;">—</span>	Linea 2	<span style="border: 1px solid red; padding: 2px;">CT 3</span>	C. de Transformacion
	p.m.t.		

Proyecto:			
ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL			
Promotor:		Ubicación:	
U.P.C.T.		Barrio de los Dolores	
Expediente:		C.P. Población (Provincia):	
PFC-1309		30310, Cartagena (Murcia)	
Fecha:		Escala:	
Sept / 2013		1/600	
Denominación:		Nº de Plano:	
DETALLE ANILLOS CT 3		5	

Antonio Romero García  
Ingeniero Técnico Industrial  
Especialidad Electricidad





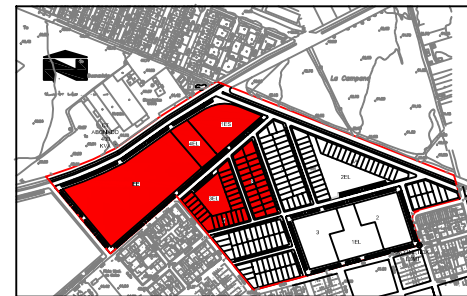
CT  
ABONADO  
400  
KVA

1ES

4EL

EE

3EL



LEYENDA INSTALACIONES ELECTRICAS			
	Anillo Baja Tension 1		C.G.P.M. 1 abonado
	Anillo Baja Tension 2		C.G.P.M. 2 abonados
	Línea 1		C.G.P.M. centralizada
	Línea 2		C. de Transformacion
	p.m.t.		

Proyecto:

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Visado:

Expediente:

PFC-1309

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Población (Provincia):

30310, Cartagena (Murcia)

Denominación:

DETALLE ANILLOS CT 4

Escala:

1/800

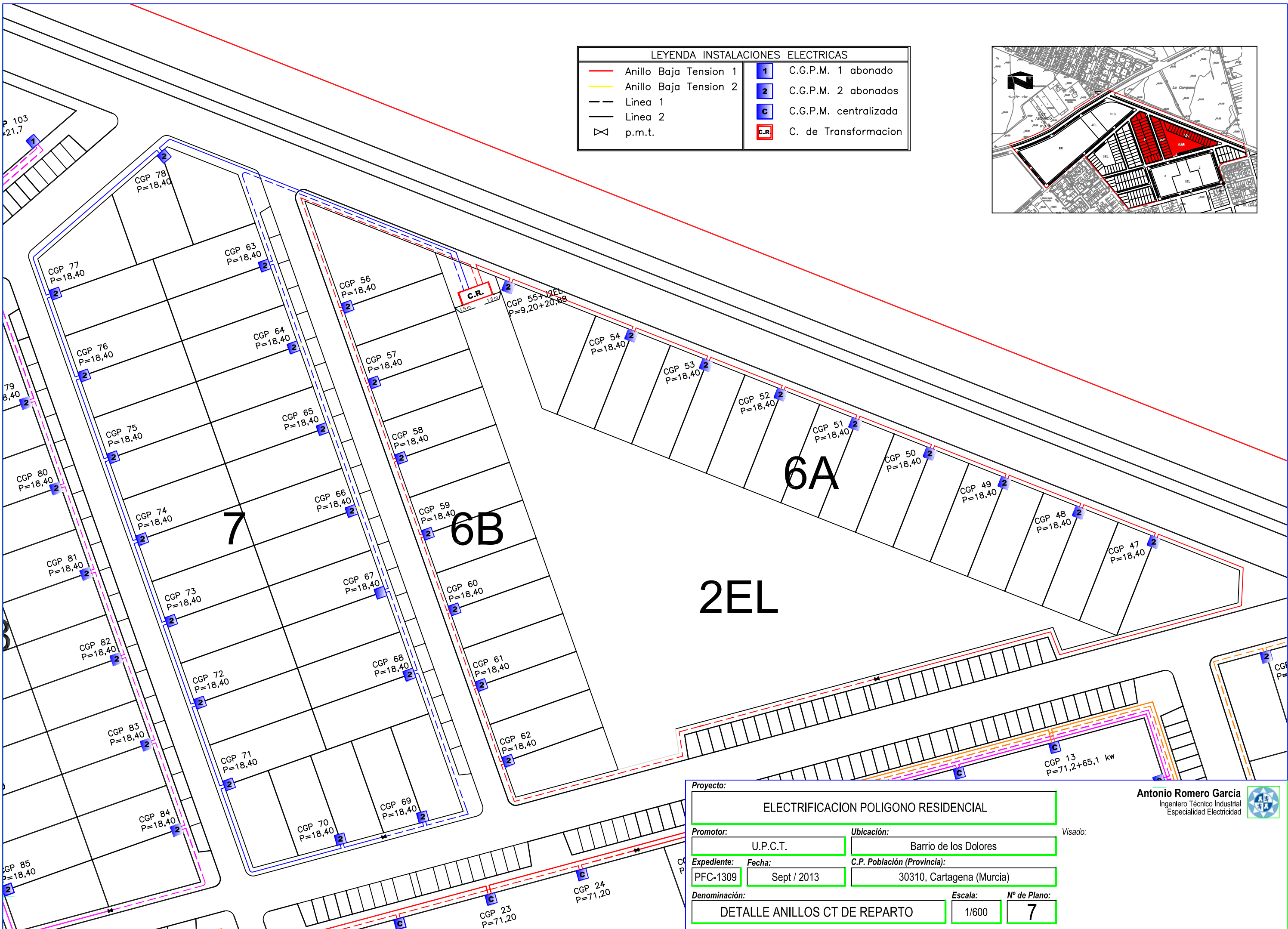
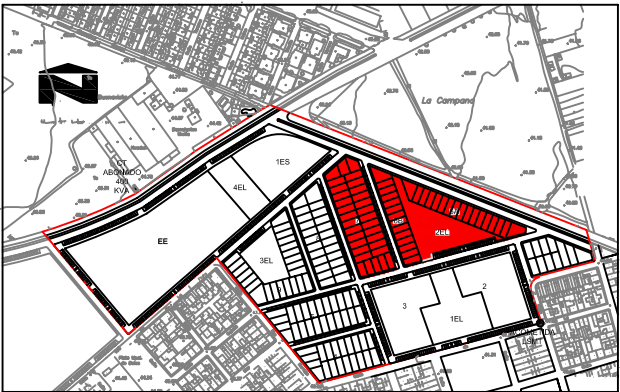
Nº de Plano:

6

Antonio Romero García  
Ingeniero Técnico Industrial  
Especialidad Electricidad



LEYENDA INSTALACIONES ELECTRICAS			
<span style="color: red;">—</span>	Anillo Baja Tension 1	<span style="border: 1px solid blue; padding: 0 2px;">1</span>	C.G.P.M. 1 abonado
<span style="color: yellow;">—</span>	Anillo Baja Tension 2	<span style="border: 1px solid blue; padding: 0 2px;">2</span>	C.G.P.M. 2 abonados
---	Linea 1	<span style="border: 1px solid blue; padding: 0 2px;">C</span>	C.G.P.M. centralizada
—	Linea 2	<span style="border: 1px solid red; padding: 0 2px;">C.R.</span>	C. de Transformacion
⋈	p.m.t.		



Proyecto:			
ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL			
Promotor:		Ubicación:	
U.P.C.T.		Barrio de los Dolores	
Expediente:	Fecha:	C.P. Población (Provincia):	
PFC-1309	Sept / 2013	30310, Cartagena (Murcia)	
Denominación:		Escala:	Nº de Plano:
DETALLE ANILLOS CT DE REPARTO		1/600	7

Antonio Romero García  
Ingeniero Técnico Industrial  
Especialidad Electricidad





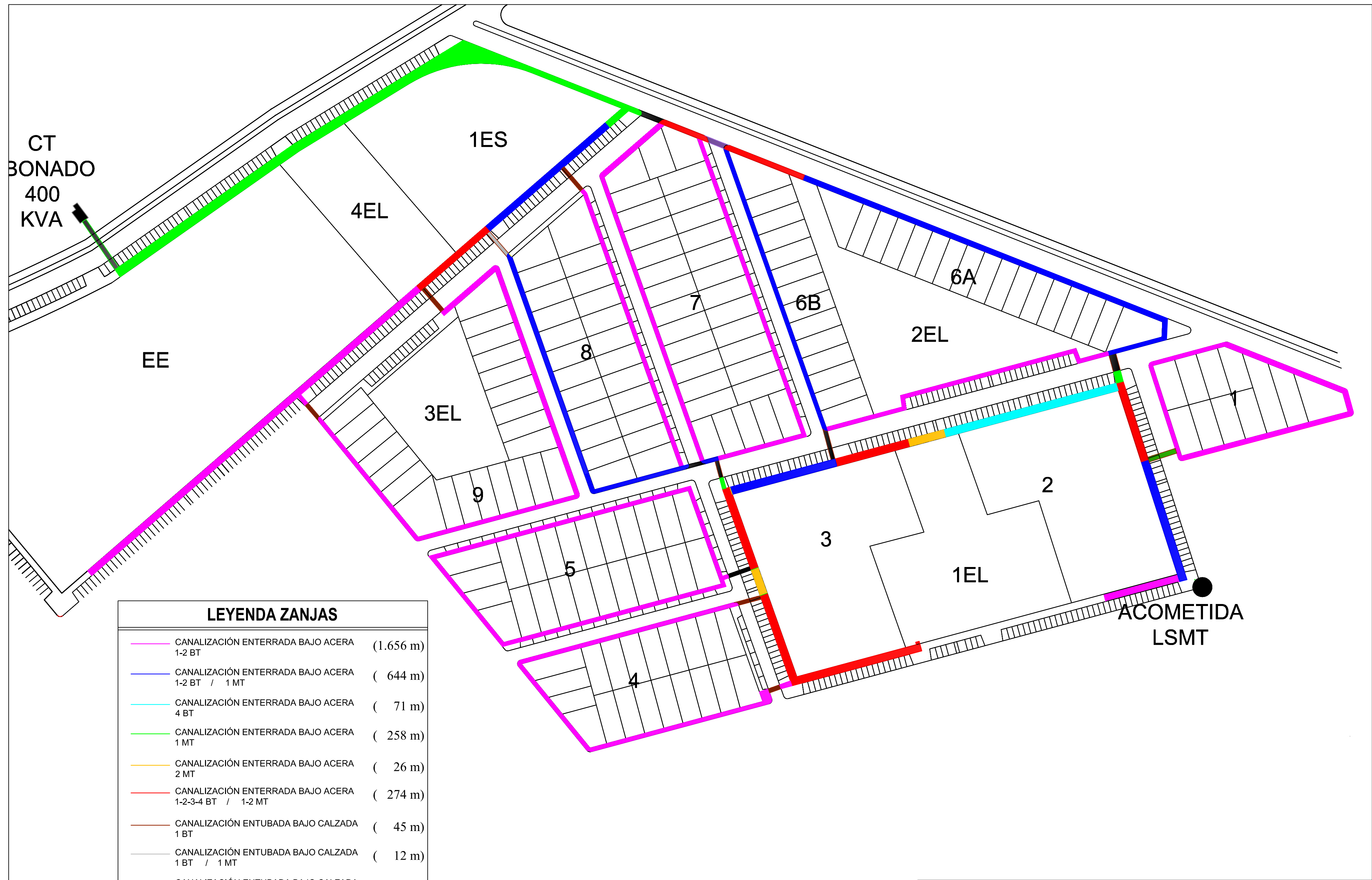


ACOMETIDA LSMT-C.REPARTO	285 m	3 ( 1x150mm2)	AI
ANILLO DE MEDIA TENSION	1.006 m	3 ( 1x150mm2)	AI
C.REPARTO-C.ABONADO	285 m	3 ( 1x150mm2)	AI

Proyecto:			
ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL			
Promotor:		Ubicación:	
U.P.C.T.		Barrio de los Dolores	
Expediente:		C.P. Población (Provincia):	
PFC-1309		30310, Cartagena (Murcia)	
Fecha:		Sept / 2013	
Denominación:		Escala:	
PLANTA GENERAL MT		1/1000	
		Nº de Plano:	
		8	

Antonio Romero García  
Ingeniero Técnico Industrial  
Especialidad Electricidad





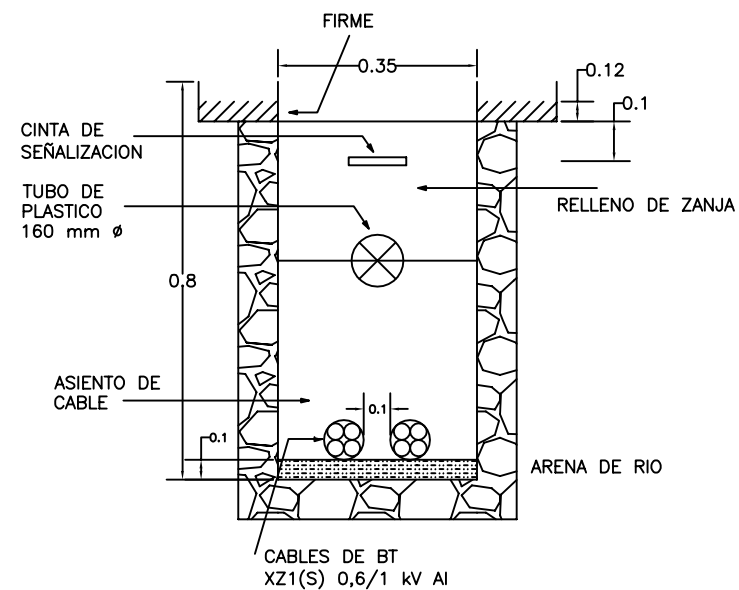
LEYENDA ZANJAS		
<span style="color: magenta;">—</span>	CANALIZACIÓN ENTERRADA BAJO ACERA 1-2 BT	( 1.656 m)
<span style="color: blue;">—</span>	CANALIZACIÓN ENTERRADA BAJO ACERA 1-2 BT / 1 MT	( 644 m)
<span style="color: cyan;">—</span>	CANALIZACIÓN ENTERRADA BAJO ACERA 4 BT	( 71 m)
<span style="color: green;">—</span>	CANALIZACIÓN ENTERRADA BAJO ACERA 1 MT	( 258 m)
<span style="color: orange;">—</span>	CANALIZACIÓN ENTERRADA BAJO ACERA 2 MT	( 26 m)
<span style="color: red;">—</span>	CANALIZACIÓN ENTERRADA BAJO ACERA 1-2-3-4 BT / 1-2 MT	( 274 m)
<span style="color: brown;">—</span>	CANALIZACIÓN ENTUBADA BAJO CALZADA 1 BT	( 45 m)
<span style="color: grey;">—</span>	CANALIZACIÓN ENTUBADA BAJO CALZADA 1 BT / 1 MT	( 12 m)
<span style="color: black;">—</span>	CANALIZACIÓN ENTUBADA BAJO CALZADA 1-2 MT	( 72 m)
<span style="color: purple;">—</span>	CANALIZACIÓN ENTUBADA BAJO CALZADA 2 BT / 2 MT	( 9 m)
<span style="color: darkgreen;">—</span>	CANALIZACIÓN ENTUBADA BAJO CALZADA 2 BT	( 12 m)

Proyecto:			
ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL			
Promotor:		Ubicación:	
U.P.C.T.		Barrio de los Dolores	
Expediente:		C.P. Población (Provincia):	
PFC-1309		30310, Cartagena (Murcia)	
Fecha:		Sept / 2013	
Denominación:		Escala:	
PLANTA GENERAL ZANJAS		1/1.000	
		Nº de Plano:	
		9	

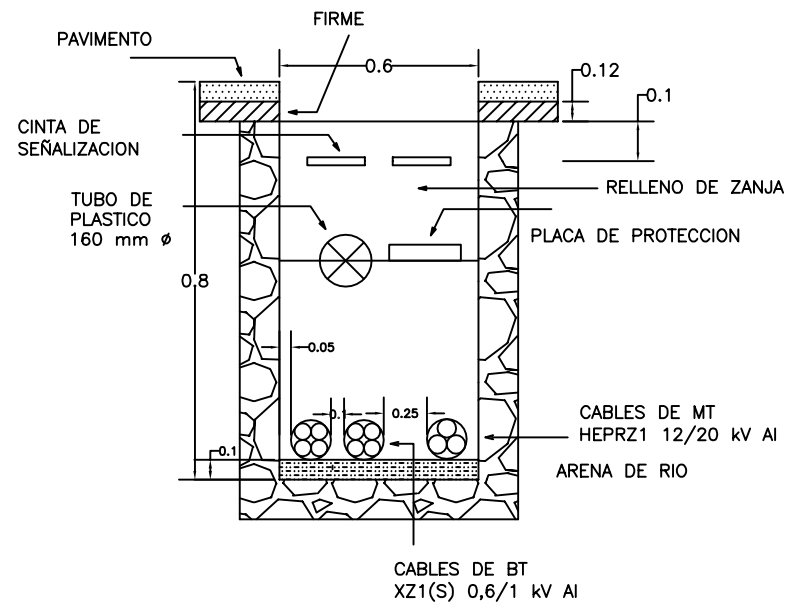
Antonio Romero García  
Ingeniero Técnico Industrial  
Especialidad Electricidad



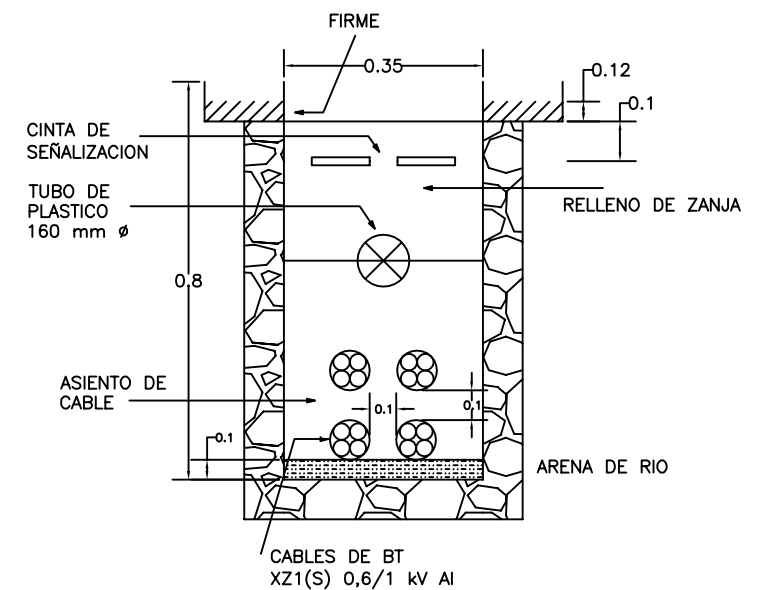
CANALIZACIÓN ENTERRADA BAJO ACERA  
1-2 BT



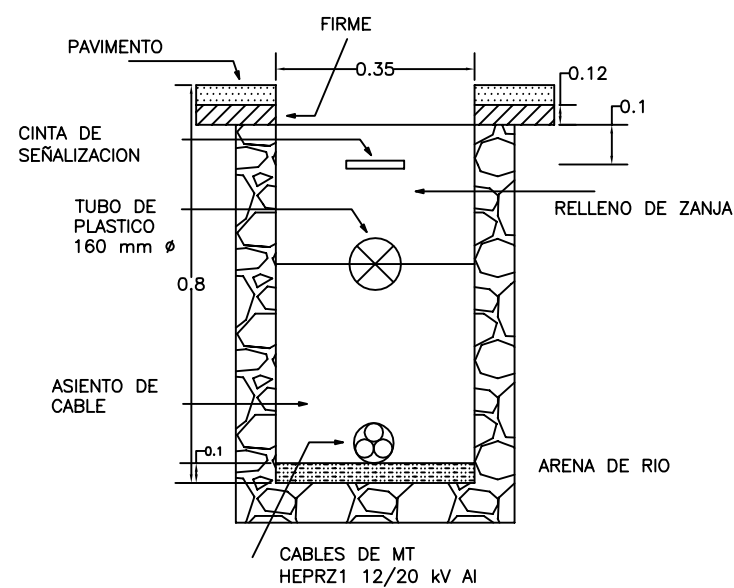
CANALIZACIÓN ENTERRADA BAJO ACERA  
1-2 BT / 1 MT



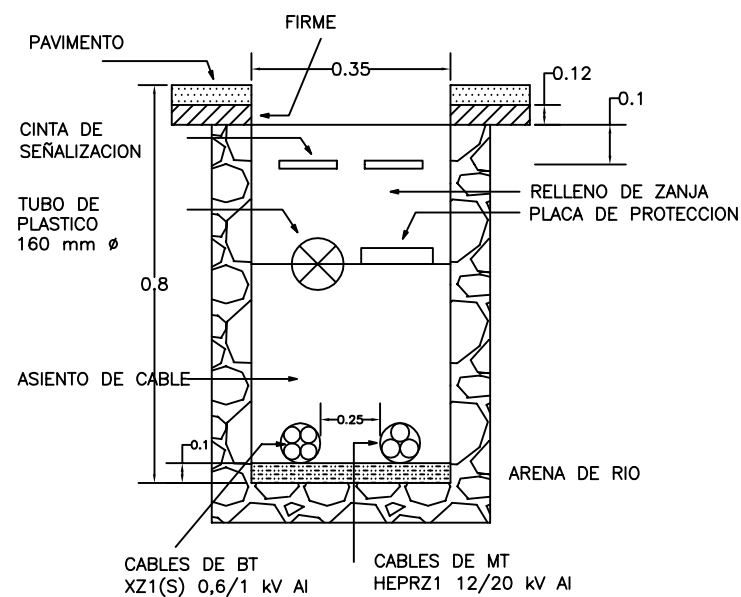
CANALIZACIÓN ENTERRADA BAJO ACERA  
4 BT



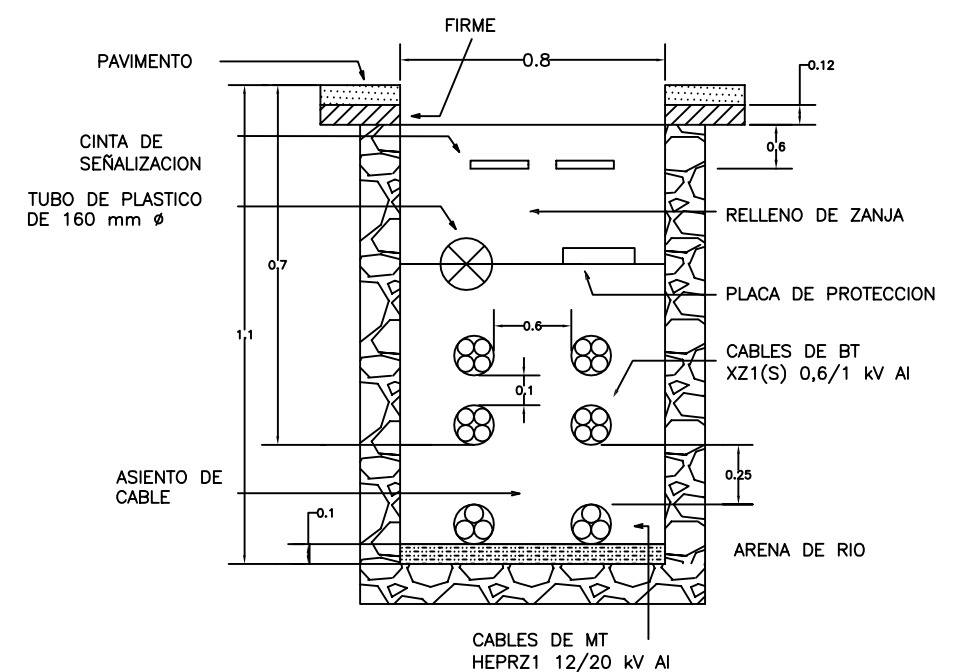
CANALIZACIÓN ENTERRADA BAJO ACERA  
1 MT



CANALIZACIÓN ENTERRADA BAJO ACERA  
2 MT



CANALIZACIÓN ENTERRADA BAJO ACERA  
1-2-3-4 BT / 1-2 MT



Proyecto:

ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Visado:

Expediente:

PFC-1309

Fecha:

Sept / 2013

C.P. Población (Provincia):

30310, Cartagena (Murcia)

Denominación:

DETALLE ZANJAS 1

Escala:

S/E

Nº de Plano:

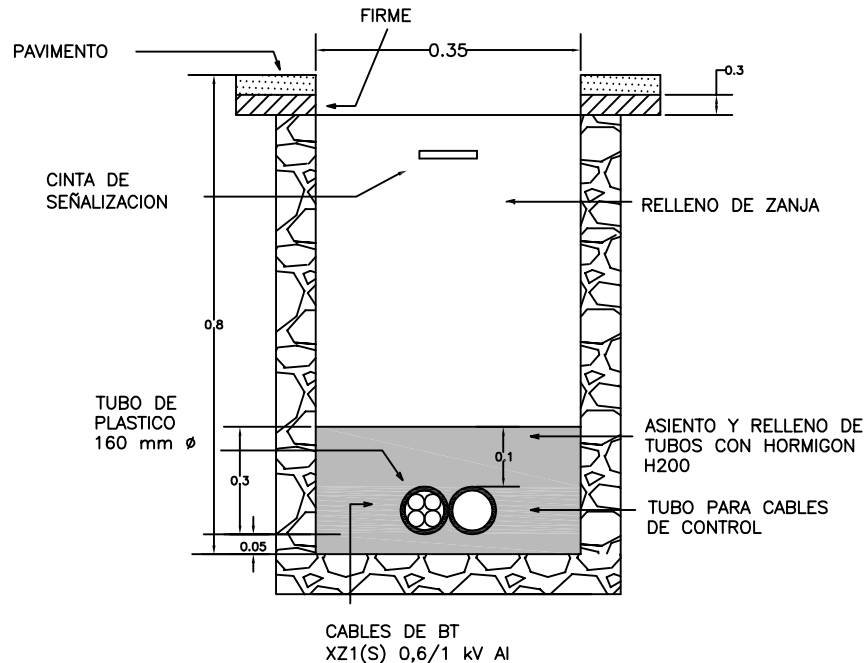
10

Antonio Romero García  
Ingeniero Técnico Industrial  
Especialidad Electricidad

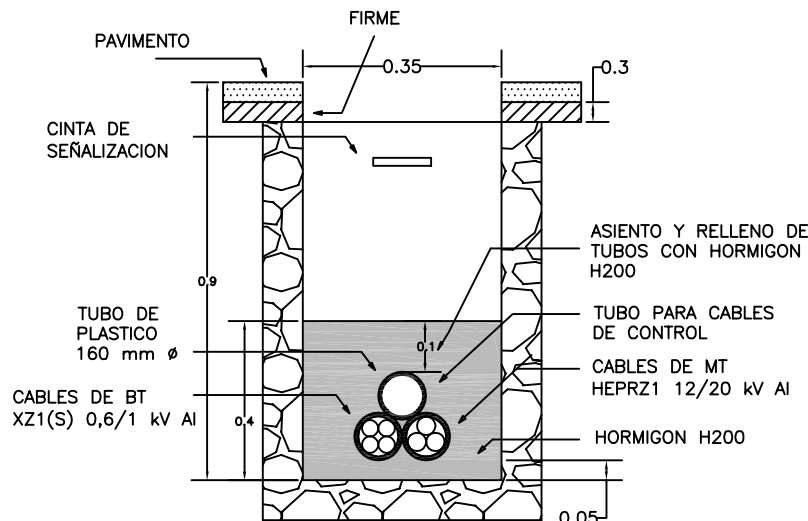




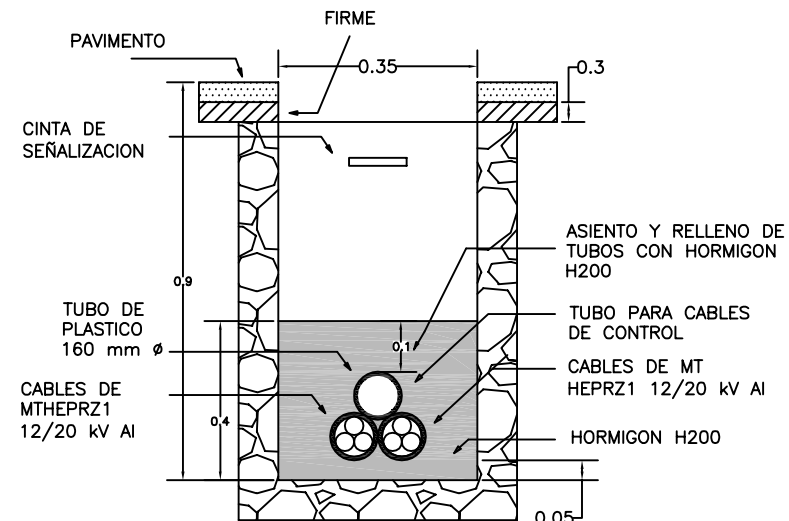
———— CANALIZACIÓN ENTUBADA BAJO CALZADA  
1 BT



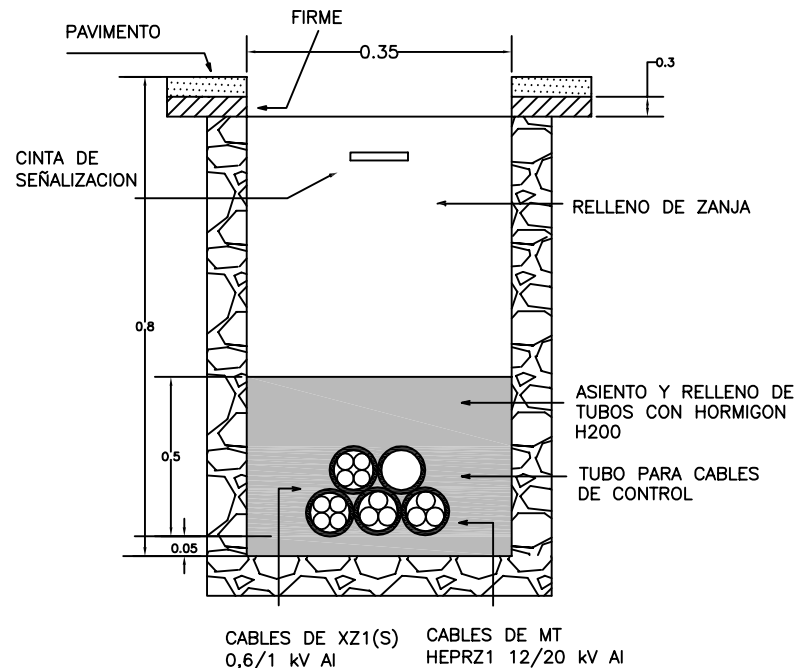
———— CANALIZACIÓN ENTUBADA BAJO CALZADA  
1 BT / 1 MT



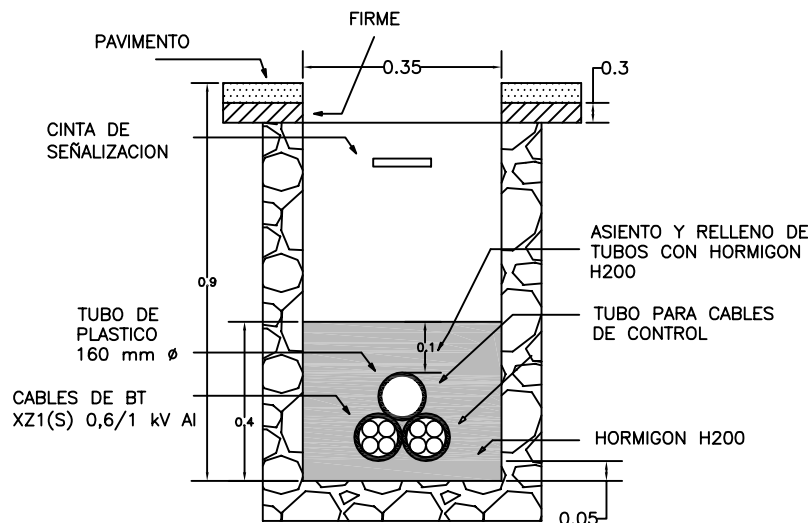
———— CANALIZACIÓN ENTUBADA BAJO CALZADA  
1-2 MT



———— CANALIZACIÓN ENTUBADA BAJO CALZADA  
2 BT / 2 MT



## CANALIZACIÓN ENTUBADA BAJO CALZADA 2 BT

**Proyecto:**

## ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL

**Promotor:**

U.P.C.T.

**Ubicación:**

Barrio de los Dolores

Visado:

**Expediente:**

**Fecha:**

**C.P. Población (Provincia):**

PFC-1309

Sept / 2013

30310, Cartagena (Murcia)

**Denominación:**

### DETALLE ZANJAS 2

**Escala:**

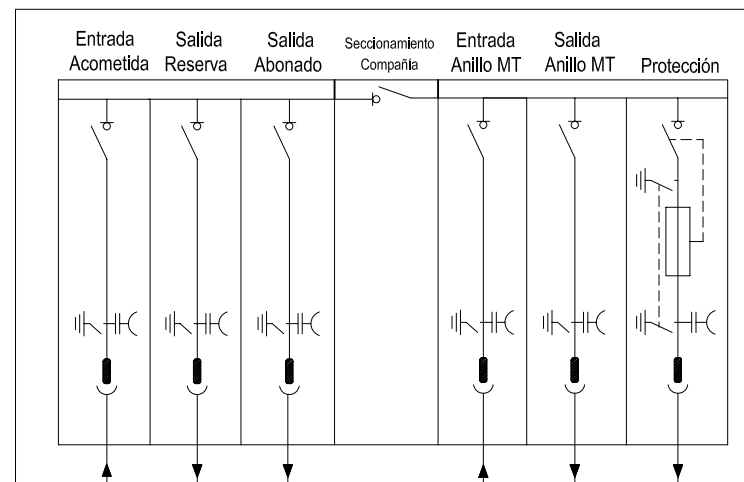
S/E

**Nº de Plano:**

11

**Antonio Romero García**  
Ingeniero Técnico Industrial  
Especialidad Electricidad





Salida L.S.M.T HEPRZ1 3x(1x150) mm2 Al  
a Centro de Abonado

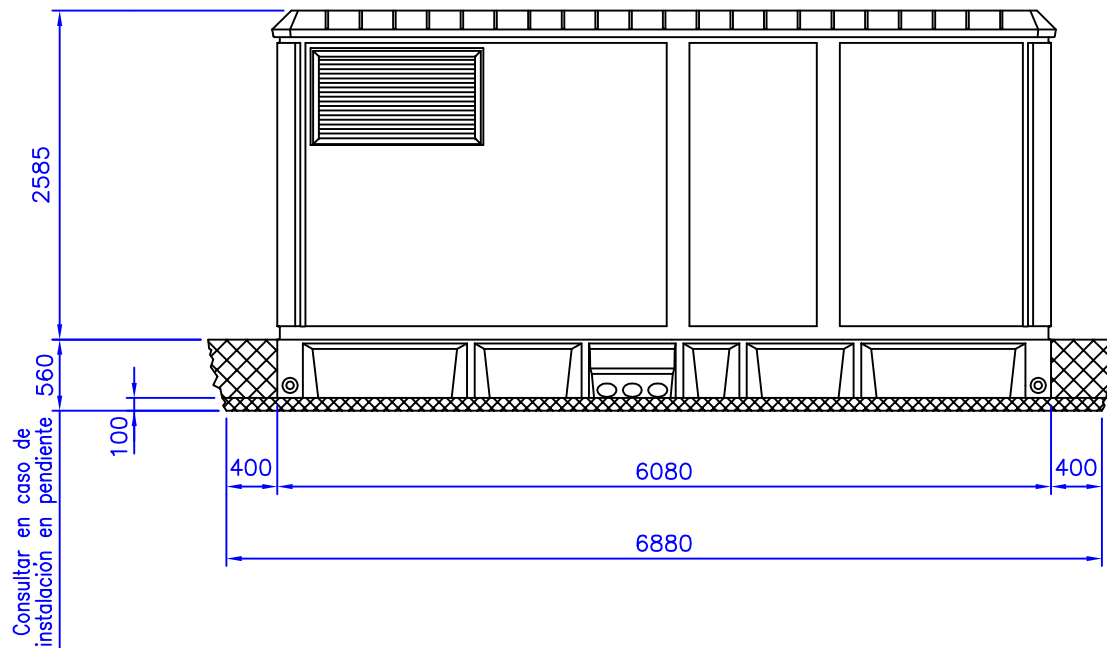
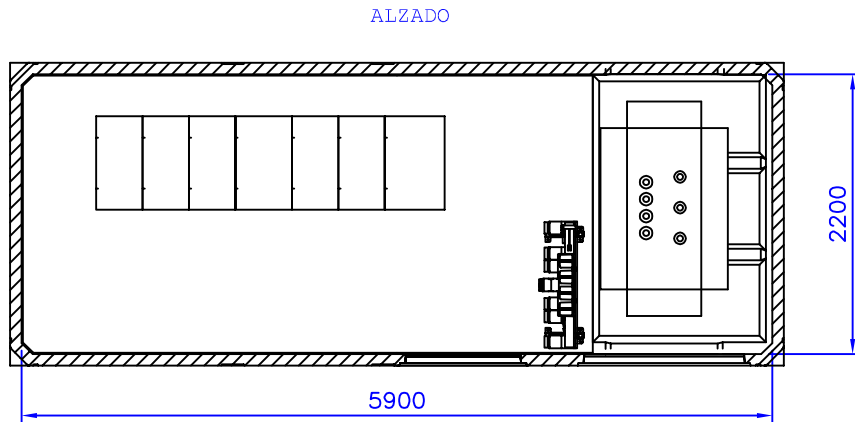
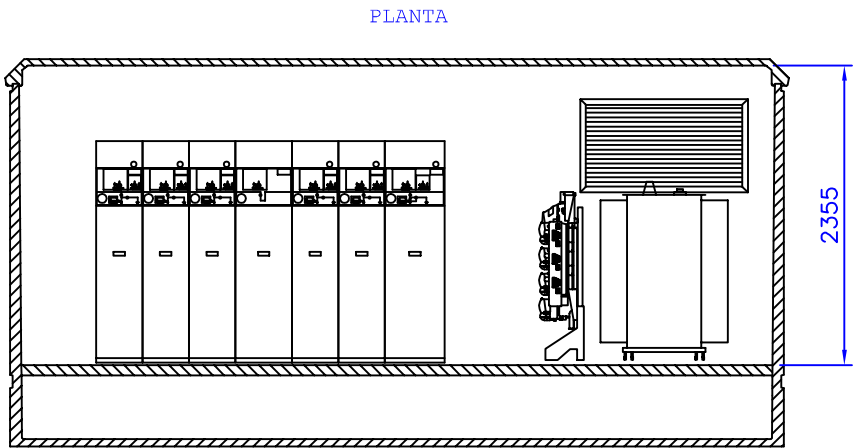
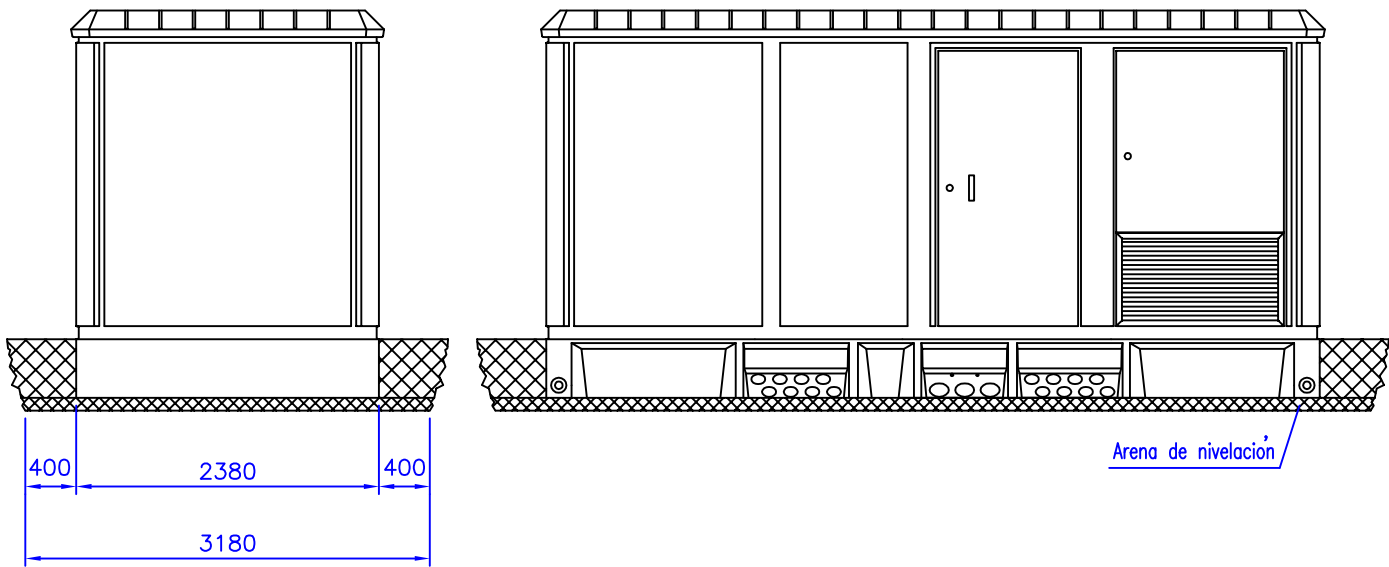
Entrada Anillo L.S.M.T HEPRZ1 3x(1x150) mm2 Al  
de Centro de Transfo2mación N° 2







# CT de Reparto



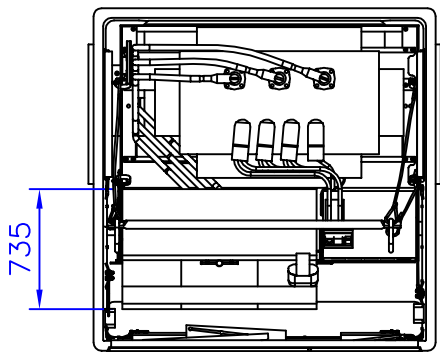
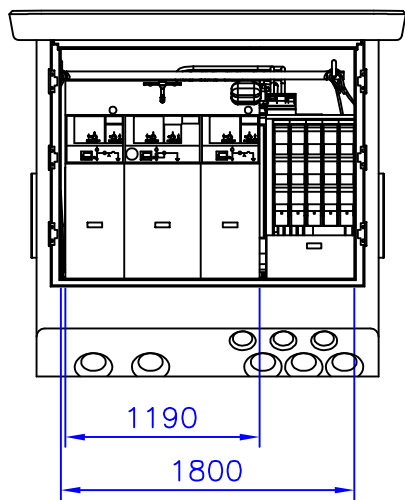
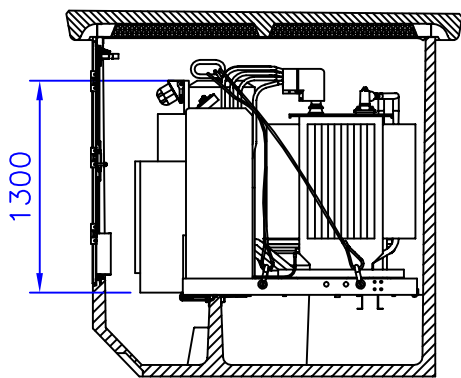
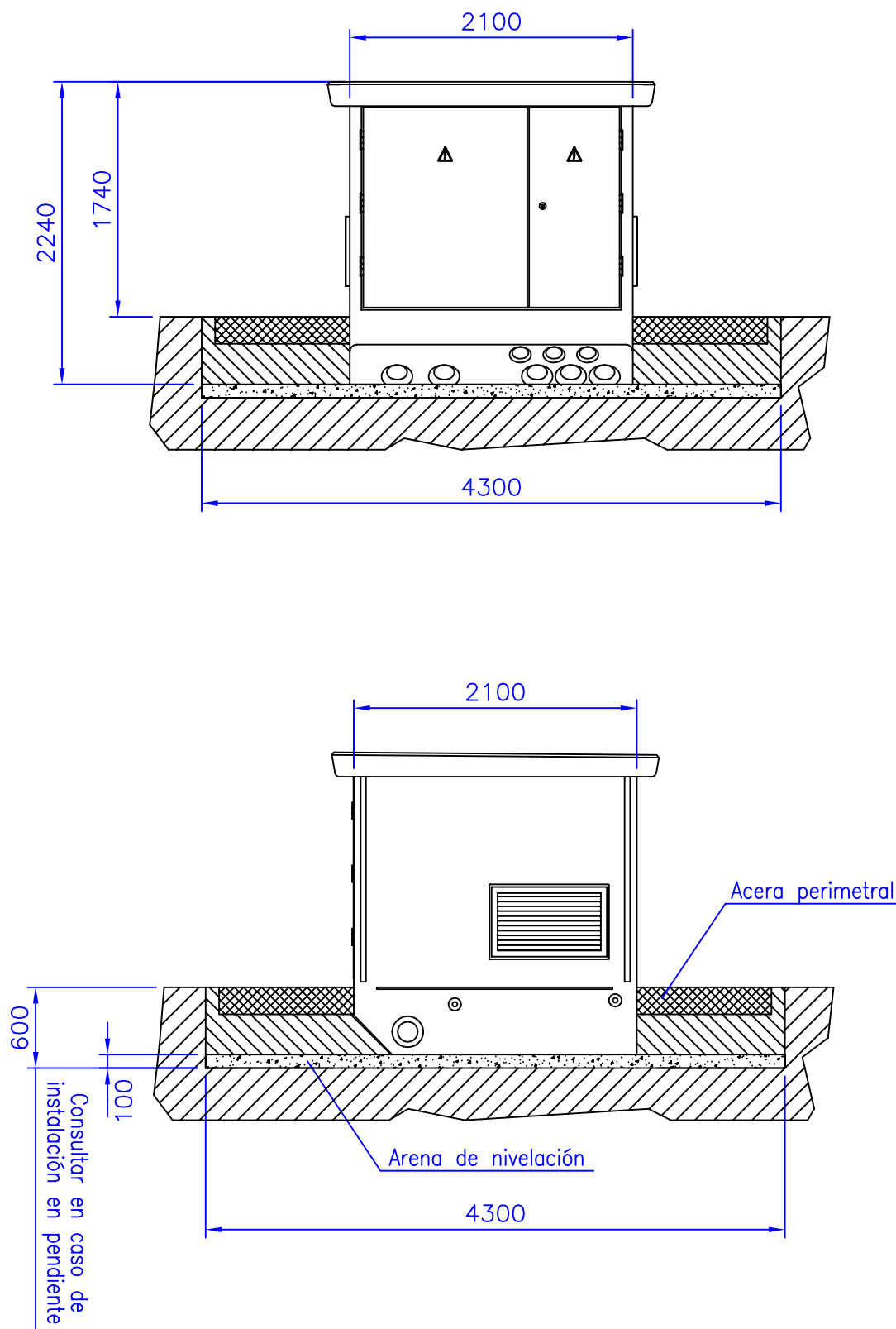
DIMENSIONES DE LA EXCAVACION  
6.88 m. ancho x 3.18 m. fondo x 0.56 m. profund.

Proyecto:		
ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL		
Promotor:	Ubicación:	Visado:
U.P.C.T.	Barrio de los Dolores	
Expediente:	Fecha:	C.P. Población (Provincia):
PFC-1309	Sept / 2013	30310, Cartagena (Murcia)
Denominación:	Escala:	Nº de Plano:
PLANTA Y ALZADO C.T. PFU 5/20	S/E	14

Antonio Romero García  
Ingeniero Técnico Industrial  
Especialidad Electricidad



# CT-1, CT-2, CT-3, CT-4



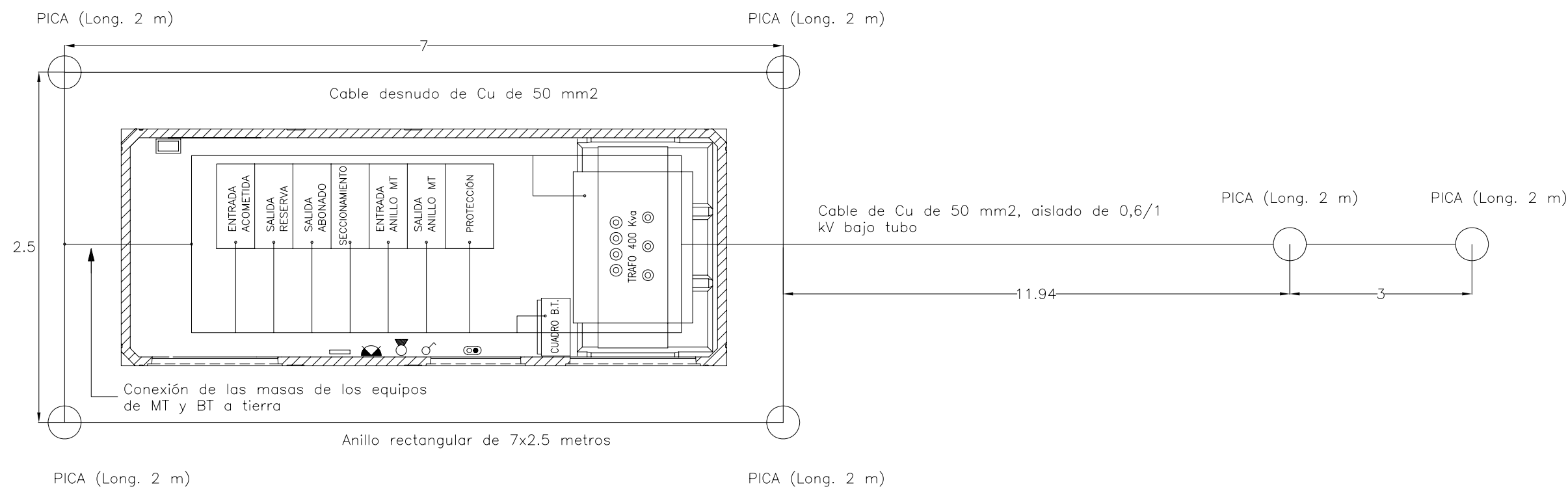
Proyecto:		
ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL		
Promotor:	Ubicación:	Visado:
U.P.C.T.	Barrio de los Dolores	
Expediente:	Fecha:	C.P. Población (Provincia):
PFC-1309	Sept / 2013	30310, Cartagena (Murcia)
Denominación:	Escala:	Nº de Plano:
PLANTA Y ALZADO C.T. miniBlock	S/E	15

Antonio Romero García  
Ingeniero Técnico Industrial  
Especialidad Electricidad



# C. DE REPARTO

## Centro de Transformación PFU-5/20



Red de tierra de Servicio:  
Electrodo de la red de tierra de servicio, para puesta a tierra del neutro del transformador.

Red de tierra de Protección:  
Conexión de las partes metálicas de la instalación que no estén en tensión normalmente pero que pueden estarlo por defectos de aislamiento.

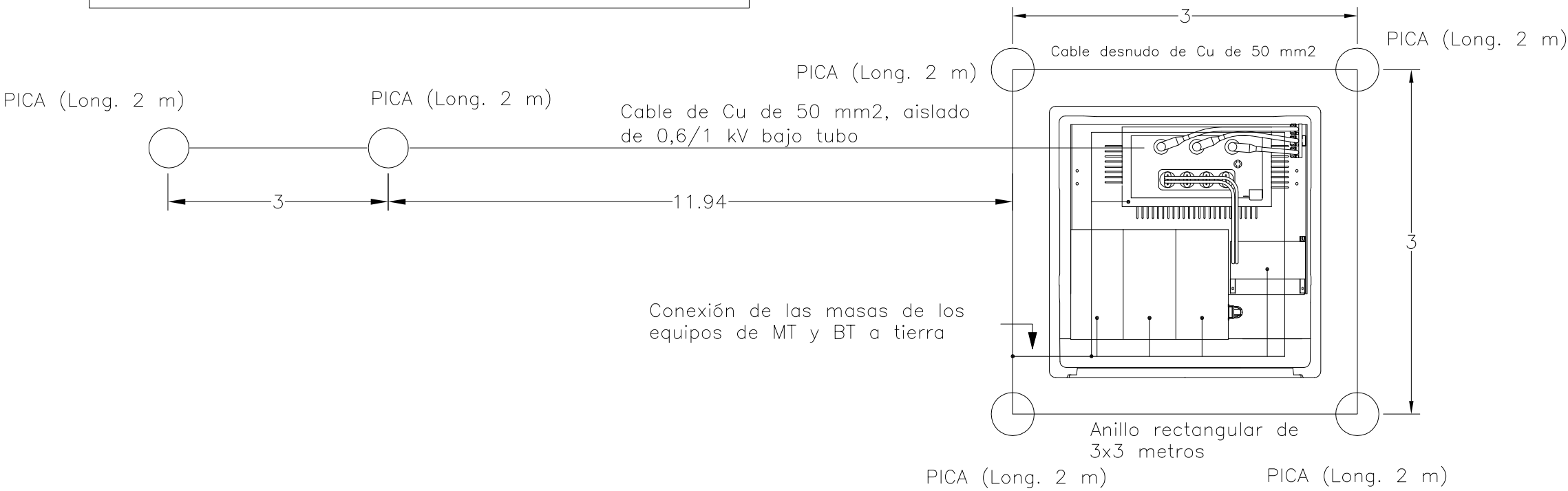
Proyecto:			
ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL			
Promotor:		Ubicación:	
U.P.C.T.		Barrio de los Dolores	
Expediente:		C.P. Población (Provincia):	
PFC-1309		30310, Cartagena (Murcia)	
Fecha:		Sept / 2013	
Denominación:		Escala:	
PUSTA A TIERRA PFU-5/20		S/E	
		Nº de Plano:	
		16	

Antonio Romero García  
Ingeniero Técnico Industrial  
Especialidad Electricidad



# CT-1, CT-2, CT-3, CT-4

## Centro de Transformación MINIBLOK



### LEYENDA

- Red de Tierra de Servicio
- Red de Tierra de Protección Exterior
- Red de Tierra de Protección Interior
- Picas de Acero Cobreado de  $\varnothing=14$  mm

Proyecto:		
ELECTRIFICACION POLIGONO RESIDENCIAL		
Promotor:	Ubicación:	Visado:
U.P.C.T.	Barrio de los Dolores	
Expediente:	Fecha:	C.P. Población (Provincia):
PFC-1309	Sept / 2013	30310, Cartagena (Murcia)
Denominación:	Escala:	Nº de Plano:
PUESTA A TIERRA miniBlock	S/E	17

Antonio Romero García  
Ingeniero Técnico Industrial  
Especialidad Electricidad



# MEMORIA SEGURIDAD Y SALUD

*Proyecto:*

**ELECTRIFICACION DE UN POLIGONO RESIDENCIAL**

*Promotor:*

**UNIVERSIDAD POLITECNICA  
DE CARTAGENA**

*Ubicación:*

**Barrio de los Dolores**

*Fecha:*

**Sept / 2013**

*C.P. Población (Provincia):*

**30310 Cartagena (Murcia)**

**Antonio Romero García**  
Ingeniero Técnico Industrial  
Especialidad Electricidad





## 1.- OBJETO

El objeto de este estudio es dar cumplimiento al Real Decreto 1627/1997, de 24 de Octubre, por el que se establecen disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción, identificando, analizando y estudiando los posibles riesgos laborales que puedan ser evitados, identificando las medidas técnicas necesarias para ello; relación de los riesgos que no pueden eliminarse, especificando las medidas preventivas y protecciones técnicas tendentes a controlar y reducir dichos riesgos.

Así mismo este Estudio de Seguridad y Salud da cumplimiento a la Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales en lo referente a la obligación del empresario titular de un centro de trabajo de informar y dar instrucciones adecuadas, en relación con los riesgos existentes en el centro de trabajo y las medidas de protección y prevención correspondientes.

En base a este estudio Básico de Seguridad, el Contratista elaborará su Plan de Seguridad y Salud, en el que tendrá en cuenta las circunstancias particulares de los trabajos objeto del contrato.

## 2.- CAMPO DE APLICACIÓN

El presente Estudio Básico de Seguridad y Salud es de aplicación en las obras de construcción de "Líneas Aéreas, "Líneas Subterráneas" y "Centros de Transformación" que se realizan dentro del Negocio de Distribución de Iberdrola (NEDIS).

## 3.- NORMATIVA APLICABLE

### 3.1.- Normas Oficiales

La relación de normativa que a continuación se presenta no pretende ser exhaustiva, se trata únicamente de recoger la normativa legal vigente en el momento de la edición de este documento, que sea de aplicación y del mayor interés para la realización de los trabajos objeto del contrato al que se adjunta este Estudio Básico de Seguridad y Salud:

- Ley 31/1995, de 8 de noviembre, de Prevención de Riesgos Laborales
- Decreto del 28/11/69 Reglamento Técnico de Líneas Eléctricas Aéreas de Alta Tensión
- Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. Aprobado por Real Decreto 842/2002, del 2 de Agosto 2002.
- Ley 8/1980 de 20 de marzo. Estatuto de los Trabajadores
- Real Decreto 3275/1982 Reglamento sobre Condiciones Técnicas y Garantías de Seguridad en Centrales Eléctricas. Subestaciones y Centros de Transformación, y las Instrucciones Técnicas Complementarias
- Real Decreto Legislativo 1/1994, de 20 de junio. Texto Refundido de la Ley General de la Seguridad Social.
- Real Decreto 39/1995, de 17 de enero. Reglamento de los Servicios de Prevención
- Real Decreto 485/1997 ....en materia de señalización de seguridad y salud en el trabajo
- Real Decreto 486/1997, de 14 de abril. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en los lugares de trabajo
- Real Decreto 487/1997.....relativo a la manipulación manual de cargas que entrañe riesgos, en particular dorso lumbares, para los trabajadores
- Real Decreto 773/1997.....relativo a la utilización por los trabajadores de los equipos de protección personal
- Real Decreto 1215/1997.....relativo a la utilización pro los trabajadores de los equipos de trabajo
- Real Decreto 1627/1997, de octubre. Disposiciones mínimas de seguridad y salud en las obras de construcción
- Ordenanza de Seguridad e Higiene en el trabajo año 1971, capítulo VI
- Cualquier otra disposición sobre la materia actualmente en vigor o que se promulgue durante la vigencia de este documento

Proyecto:

ELECTRIFICACION DE UN POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

BARRIO DE LOS DOLORES

Fecha:

Septiembre / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310Cartagena(Murcia)



### 3.2 Normas Iberdrola

- Prescripciones de Seguridad para trabajos mecánicos y diversos de AMYS
- Prescripciones de Seguridad para trabajos y maniobras en instalaciones eléctricas AMYS
- MO-NEDIS 7.02 "Plan Básico de Prevención de Riesgos para Empresas Contratistas-
- Normas y Manuales Técnicos de Iberdrola que puedan afectar a las actividades desarrolladas por el contratista, cuya relación se adjuntará a la petición de oferta.

## 4.- DESARROLLO DEL ESTUDIO

### 4.1.- Aspectos generales

El Contratista acreditará ante la Dirección Facultativa de la obra, la adecuada formación y adiestramiento de todo el personal de la obra en materia de Prevención y Primeros Auxilios. Así mismo, la Dirección Facultativa, comprobará que existe un plan de emergencia para atención del personal en caso de accidente y que han sido contratados los servicios asistenciales adecuados. La dirección y teléfonos de estos servicios deberá ser colocada de forma visible en lugares estratégicos de la obra.

Antes de comenzar la jornada, los mandos procederán a planificar los trabajos de acuerdo con el plan establecido, informando a todos los operarios claramente las maniobras a realizar, los posibles riesgos existentes y las medidas preventivas y de protección a tener en cuenta. Deben cerciorarse de que todos lo han entendido.

### 4.2.- Identificación de riesgos

En función de las obras a realizar y de las fases de trabajos de cada una de ellas, se incorporan en los Anexos los riesgos más comunes, sin que su relación sea exhaustiva.

En el Anexo 1 se contemplan los riesgos en las fases de pruebas y puesta en servicio de las nuevas instalaciones, como etapa común para toda obra nueva.

En los Anexos 2, 3 y 4 se identifican los riesgos específicos para las obras siguientes:

- Líneas aéreas
- Líneas subterráneas
- Centros de transformación

### 4.3.- Medidas de Prevención necesarias para evitar riesgos

En los Anexos se incluyen, junto con las medidas de protección, las acciones tendentes a evitar o disminuir los riesgos en los trabajos, además de las que con carácter general se recogen a continuación:

- Protecciones y medidas preventivas colectivas, según normativa vigente relativa a equipos y medios de seguridad colectiva
- Prohibir la permanencia de personal en la proximidad de las máquinas en movimiento
- Prohibir la entrada a la obra a todo el personal ajeno
- Establecer zonas de paso y acceso a la obra
- Balizar, señalizar y vallar el perímetro de la obra, así como puntos singulares en el interior de la misma
- Establecer un mantenimiento correcto de la maquinaria
- Controlar que la carga de los camiones no sobrepase los límites establecidos y reglamentarios
- Utilizar andamios y plataformas de trabajo adecuados
- Evitar pasar o trabajar debajo de la vertical de la otros trabajos

Proyecto:

ELECTRIFICACION DE UN POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

BARRIO DE LOS DOLORES

Fecha:

Septiembre / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310Cartagena(Murcia)



#### 4.4.- Protecciones

Ropa de trabajo:

- ◆ Ropa de trabajo, adecuada a la tarea a realizar por los trabajadores del contratista
  - Equipos de protección. Se relacionan a continuación los equipos de protección individual y colectiva de uso más frecuente en los trabajos que desarrollan para Iberdrola. El Contratista deberá seleccionar aquellos que sean necesarios según el tipo de trabajo.
- ◆ Equipos de protección individual (EPI), de acuerdo con las normas UNE EN
  - Calzado de seguridad
  - Casco de seguridad
  - Guantes aislantes de la electricidad BT y AT
  - Guantes de protección mecánica
  - Pantalla contra proyecciones
  - Gafas de seguridad
  - Cinturón de seguridad
  - Discriminador de baja tensión
- ◆ Protecciones colectivas
  - Señalización: cintas, banderolas, etc.
  - Cualquier tipo de protección colectiva que se pueda requerir en el trabajo a realizar
- ◆ Equipo de primeros auxilios:
  - Botiquín con los medios necesarios para realizar curas de urgencia en caso de accidente. Ubicado en el vestuario u oficina, a cargo de una persona capacitada designada por la Empresa Contratista
- ◆ Equipo de protección contra incendios:
  - Extintores de polvo seco clase A, B, C

#### 4.5.- Características generales de la obra

En este punto se analizan con carácter general, independientemente del tipo de obra, las diferentes servidumbres o servicios que se deben tener perfectamente definidas y solucionadas antes del comienzo de las obras.

##### 4.5.1.- Descripción de la obra y situación.

La situación de la obra a realizar y el tipo de la misma se recogen en la memoria descriptiva.

Se deberán tener en cuenta las dificultades que pudieran existir en los accesos, estableciendo los medios de transporte y traslado más adecuados a la orografía del terreno.

##### 4.5.2.- Suministro de energía eléctrica

El suministro de energía eléctrica provisional de obra será facilitado por la Empresa constructora, proporcionando los puntos de enganche necesarios.

Proyecto:

ELECTRIFICACION DE UN POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

BARRIO DE LOS DOLORES

Fecha:

Septiembre / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310Cartagena(Murcia)





#### 4.5.3.- Suministro de agua potable

El suministro de agua potable será a través de las conducciones habituales de suministro en la región, zona, etc., en el caso de que esto no sea posible dispondrán de los medios necesarios (cisternas, etc.) que garantice su existencia regular desde el comienzo de la obra.

#### 4.6.- Previsiones e informaciones útiles para trabajos posteriores Entre otras se deberá disponer de:

- Instrucciones de operación normal y de emergencia
- Señalización clara de mandos de operación y emergencia
- Dispositivos de protección personal y colectiva para trabajos posteriores de mantenimiento
- Equipos de rescate y auxilio para casos necesarios

#### 4.7.- Medidas específicas relativas a trabajos que implican riesgos especiales para la seguridad y salud de los trabajadores

En el Anexo 1 se recogen las medidas específicas para las etapas de pruebas y puesta en servicio de la instalación, en las que el riesgo eléctrico puede estar presente.

EL INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL

Fdo.: Antonio Romero García  
Cartagena, Septiembre de 2.013

Proyecto:

ELECTRIFICACION DE UN POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

BARRIO DE LOS DOLORES

Fecha:

Septiembre / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310Cartagena(Murcia)



## ANEXO 1

### Pruebas y puesta en servicio de las instalaciones

Se indican con carácter general los posibles riesgos existentes en la puesta en servicio de las instalaciones y las medidas preventivas y de protección a adoptar para eliminarlos o minimizarlos

Actividad	Riesgo	Acción preventiva y protecciones
I . Pruebas y puesta en servicio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Golpes</li> <li>• Heridas</li> <li>• Caídas de objetos</li> <li>• Atrapamientos</li> <li>• Contacto eléctrico directo e indirecto en AT y BT. Arco eléctrico en AT y BT. Elementos candentes y quemaduras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento equipos y utilización de EPI's</li> <li>• Utilización de EPI's</li> <li>• Adecuación de las cargas</li> <li>• Control de maniobras Vigilancia continuada. Utilización de EPI's</li> <li>• Utilización de EPI's</li> <li>• Coordinar con la Empresa Suministradora definiendo las maniobras eléctricas a realizar</li> <li>• Seguir los procedimientos de descargo de instalaciones eléctricas</li> <li>• Aplicar las 5 Reglas de Oro</li> <li>• Apantallar en caso de proximidad los elementos en tensión</li> <li>• Informar por parte del Jefe de Trabajo a todo el personal, la situación en la que se encuentra la zona de trabajo y donde se encuentran los puntos en tensión más cercanos y</li> </ul>

Proyecto:

ELECTRIFICACION DE UN POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

BARRIO DE LOS DOLORES

Fecha:

Septiembre / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310Cartagena(Murcia)



## ANEXO 2

### LÍNEAS AÉREAS

Riesgos y medios de protección para evitarlos o minimizarlos

Actividad	Riesgo	Acción preventiva y protecciones
1. Acopio, carga y descarga	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Golpes</li> <li>• Heridas</li> <li>• Caídas de objetos</li> <li>• Atrapamientos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento equipos</li> <li>• Utilización de EPI's</li> <li>• Adecuación de las cargas</li> <li>• Control de maniobras Vigilancia con- tinuada. Utilización de EPI's</li> </ul>
2. Excavación y hormigona- do	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caídas al mismo nivel</li> <li>• Caídas a diferente nivel</li> <li>• Caídas de objetos</li> <li>• Desprendimientos</li> <li>• Golpes y heridas</li> <li>• Oculares, cuerpos extraños</li> <li>• Riesgos a terceros</li> <li>• Sobresfuerzos</li> <li>• Atrapamientos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orden y limpieza</li> <li>• Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normati- va vigente</li> <li>• Utilización de EPI's</li> <li>• Entibamiento</li> <li>• Utilización de EPI's</li> <li>• Utilización de EPI's</li> <li>• Vallado de seguridad Protección huecos</li> <li>• Utilizar fajas de protección lumbar</li> <li>• Control de maniobras y vigilancia con- tinuada</li> </ul>
3. Montaje, izado y armado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caídas desde altura</li> <li>• Desprendimiento de carga</li> <li>• Rotura de elementos de tracción</li> <li>• Golpes y heridas</li> <li>• Atrapamientos</li> <li>• Caídas de objetos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normati- va vigente</li> <li>• Revisión de elementos de elevación y transporte</li> <li>• Dispositivos de control de cargas y esfuerzos soportados</li> <li>• Utilización de EPI's</li> <li>• Control de maniobras y vigilancia con- tinuada</li> <li>• Utilización de EPI's</li> </ul>

Proyecto:

ELECTRIFICACION DE UN POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

BARRIO DE LOS DOLORES

Fecha:

Septiembre / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310Cartagena(Murcia)



## ANEXO 2

Actividad	Riesgo	Acción preventiva y protecciones
4. Cruzamientos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caídas desde altura</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Golpes y heridas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilización de EPI's</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Atrapamientos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Control de maniobras y vigilancia continuada</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caídas de objetos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilización de EPI's</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sobresfuerzos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilizar fajas de protección lumbar</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Riesgos a terceros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vigilancia continuada y señalización de riesgos</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eléctrico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Colocación de pódicos y protecciones aislante. Coordinar con la Empresa Suministradora</li> </ul>
5. Tendido de conductores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vuelco de maquinaria</li> <li>• Caídas desde altura</li> <li>• Riesgo eléctrico</li> <li>• Golpes y heridas</li> <li>• Atrapamientos</li> <li>• Caídas de objetos</li> <li>• Sobresfuerzos</li> <li>• Riesgos a terceros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acondicionamiento de la zona de ubicación, anclaje correcto de las máquinas de tracción.</li> <li>• Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente</li> <li>• Puesta a tierra de los conductores y señalización de ella</li> <li>• Utilización de EPI's</li> <li>• Control de maniobras y vigilancia continuada</li> <li>• Utilización de EPI's</li> <li>• Utilizar fajas de protección lumbar</li> <li>• Vigilancia continuada y señalización de riesgos</li> </ul>
6. Tensado y engrapado	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caídas desde altura</li> <li>• Golpes y heridas</li> <li>• Atrapamientos</li> <li>• Caídas de objetos</li> <li>• Sobresfuerzos</li> <li>• Riesgos a terceros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente</li> <li>• Utilización de EPI's</li> <li>• Control de maniobras y vigilancia continuada</li> <li>• Utilización de EPI's</li> <li>• Utilizar fajas de protección lumbar</li> <li>• Vigilancia continuada y señalización de riesgos</li> </ul>
7. Pruebas y puesta en servicio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ver Anexo 1</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ver Anexo 1</li> </ul>

Proyecto:

ELECTRIFICACION DE UN POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

BARRIO DE LOS DOLORES

Fecha:

Septiembre / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310Cartagena(Murcia)



### ANEXO 3

## LÍNEAS SUBTERRÁNEAS

Riesgos y medios de protección para evitarlos o minimizarlos

Actividad	Riesgo	Acción preventiva y protecciones
1. Acopio, carga y descarga	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Golpes</li> <li>• Heridas</li> <li>• Caídas de objetos</li> <li>• Atrapamientos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento equipos</li> <li>• Utilización de EPI's</li> <li>• Adecuación de las cargas</li> <li>• Control e maniobras</li> <li>Vigilancia continuada</li> <li>Utilización de EPI's</li> </ul>
2. Excavación, hormigonado y obras auxiliares	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caídas al mismo nivel</li> <li>• Caídas a diferente nivel</li> <li>• Exposición al gas natural</li> <li>• Caídas de objetos</li> <li>• Desprendimientos</li> <li>• Golpes y heridas</li> <li>• Oculares, cuerpos extraños</li> <li>• Riesgos a terceros</li> <li>• Sobresfuerzos</li> <li>• Atrapamientos</li> <li>• Eléctrico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orden y limpieza</li> <li>• Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente</li> <li>• Identificación de canalizaciones</li> <li>Coordinación con empresa gas</li> <li>• Utilización de EPI's</li> <li>• Entibamiento</li> <li>• Utilización de EPI's</li> <li>• Utilización de EPI's</li> <li>• Vallado de seguridad, protección huecos, información sobre posibles conducciones</li> <li>• Utilizar fajas de protección lumbar</li> <li>• Control de maniobras y vigilancia continuada</li> <li>• Vigilancia continuada de la zona donde se está excavando</li> </ul>
3. Izado y acondicionado del cable en apoyo LA	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caídas desde altura</li> <li>• Golpes y heridas</li> <li>• Atrapamientos</li> <li>• Caídas de objetos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente</li> <li>• Utilización de EPI's</li> <li>• Control de maniobras y vigilancia continuada</li> <li>• Utilización de EPI's</li> </ul>

Proyecto:

ELECTRIFICACION DE UN POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

BARRIO DE LOS DOLORES

Fecha:

Septiembre / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310Cartagena(Murcia)



### ANEXO 3

Actividad	Riesgo	Acción preventiva y protecciones
4. Tendido, empalme y terminales de conductores	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vuelco de máquina</li> <li>• Caídas desde altura</li> <li>• Golpes y heridas</li> <li>• Atrapamientos</li> <li>• Caídas de objetos</li> <li>• Sobresfuerzos</li> <li>• Riesgos a terceros</li> <li>• Quemaduras</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acondicionamiento de la zona de ubicación, anclaje correcto de las máquinas de tracción.</li> <li>• Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente</li> <li>• Utilización de EPI's</li> <li>• Control de maniobras y vigilancia continuada</li> <li>• Utilización de EPI's</li> <li>• Utilizar fajas de protección lumbar</li> <li>• Vigilancia continuada y señalización de riesgos</li> <li>• Utilización de EPI's</li> </ul>
5. Engrapado de soportes en galerías	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caídas desde altura</li> <li>• Golpes y heridas</li> <li>• Atrapamientos</li> <li>• Caídas de objetos</li> <li>• Sobresfuerzos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente</li> <li>• Utilización de EPI's</li> <li>• Control de maniobras y vigilancia continuada</li> <li>• Utilización de EPI's</li> <li>• Utilizar fajas de protección lumbar</li> </ul>
6. Pruebas y puesta en servicio	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ver Anexo 1</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ver Anexo 1</li> </ul>

Proyecto:

ELECTRIFICACION DE UN POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

BARRIO DE LOS DOLORES

Fecha:

Septiembre / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310Cartagena(Murcia)



## ANEXO 4

### CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

#### a) Centros de Transformación Aéreos (sobre apoyo y compactos) Riesgos y

medios de protección para evitarlos o minimizarlos

Actividad	Riesgo	Acción preventiva y protecciones
1. Acopio, carga y descarga	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Golpes</li> <li>• Heridas</li> <li>• Caídas de objetos</li> <li>• Atrapamientos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento equipos</li> <li>• Utilización de EPI's</li> <li>• Adecuación de las cargas</li> <li>• Control e maniobras</li> <li>Vigilancia continuada</li> <li>Utilización de EPI's</li> </ul>
2. Excavación , hormigonado e instalación de los apoyos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caídas al mismo nivel</li> <li>• Caídas a diferente nivel</li> <li>• Caídas de objetos</li> <li>• Golpes y heridas</li> <li>• Oculares, cuerpos extraños</li> <li>• Riesgos a terceros</li> <li>• Sobresfuerzos</li> <li>• Atrapamientos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orden y limpieza</li> <li>• Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente</li> <li>• Utilización de EPI's</li> <li>• Utilización de EPI's</li> <li>• Utilización de EPI's</li> <li>• Vallado de seguridad</li> <li>Protección huecos</li> <li>• Utilizar fajas de protección lumbar</li> <li>• Control de maniobras y vigilancia continuada</li> </ul>
3. Izado y montaje del transformador	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caídas desde altura</li> <li>• Desprendimiento de cargas</li> <li>• Golpes y heridas</li> <li>• Atrapamientos</li> <li>• Caídas de objetos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente</li> <li>• Revisión de elementos de elevación y transporte</li> <li>• Utilización de EPI's</li> <li>• Control de maniobras y vigilancia continuada</li> <li>• Utilización de EPI's</li> </ul>
4. Tendido de conductores interconexión AT/BT	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caídas desde altura</li> <li>• Golpes y heridas</li> <li>• Atrapamientos</li> <li>• Caídas de objetos</li> <li>• Sobresfuerzos</li> <li>• Riesgos a terceros</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente</li> <li>• Utilización de EPI's</li> <li>• Control de maniobras y vigilancia continuada</li> <li>• Utilización de EPI's</li> <li>• Utilizar fajas de protección lumbar</li> <li>• Vigilancia continuada y señalización de riesgos</li> </ul>

Proyecto:

ELECTRIFICACION DE UN POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

BARRIO DE LOS DOLORES

Fecha:

Septiembre / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310Cartagena(Murcia)



5. Pruebas y puesta en servicio	• Ver Anexo 1	• Ver Anexo 1
---------------------------------	---------------	---------------

## ANEXO 4 b)

### Centros de Transformación Lonja/subterráneos y otros usos

Riesgos y medios de protección para evitarlos o minimizarlos

Actividad	Riesgo	Acción preventiva y protecciones
1. Acopio, carga y desearga	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Golpes</li> <li>• Heridas</li> <li>• Caídas de objetos</li> <li>• Atrapamientos</li> <li>• Desprendimiento de cargas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mantenimiento equipos</li> <li>• Utilización de EPI's</li> <li>• Adecuación de las cargas</li> <li>• Control e maniobras</li> <li>Vigilancia continuada</li> <li>Utilización de EPI's</li> <li>• Revisión de elementos de elevación y transporte</li> </ul>
2. Excavación , hormigonado y obras auxiliares	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caídas al mismo nivel</li> <li>• Caídas a diferente nivel</li> <li>• Caídas de objetos</li> <li>• Desprendimientos</li> <li>• Golpes y heridas</li> <li>• Oculares, cuerpos extraños</li> <li>• Riesgos a terceros</li> <li>• Sobresfuerzos</li> <li>• Atrapamientos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Orden y limpieza</li> <li>• Prever elementos de evacuación y rescate</li> <li>• Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente</li> <li>• Utilización de EPI's</li> <li>• Entibamiento</li> <li>• Utilización de EPI's</li> <li>• Utilización de EPI's</li> <li>• Vallado de seguridad, protección huecos, información sobre posibles conducciones</li> <li>• Utilizar fajas de protección lumbar</li> <li>• Control de maniobras y vigilancia continuada</li> </ul>
3. Montaje	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caídas desde altura</li> <li>• Golpes y heridas</li> <li>• Atrapamientos</li> <li>• Caídas de objetos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilización de equipos de protección individual y colectiva, según Normativa vigente</li> <li>• Utilización de EPI's</li> <li>• Control de maniobras y vigilancia continuada</li> <li>• Utilización de EPI's</li> </ul>
4. Pruebas y puesta en servicio	• Ver Anexo 1	• Ver Anexo 1

Proyecto:

ELECTRIFICACION DE UN POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

BARRIO DE LOS DOLORES

Fecha:

Septiembre / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310Cartagena(Murcia)





ANEXO 5

AVISO PREVIO (RD 1627/97)

Nº DE REGISTRO

FECHA AVISO

DIRECCIÓN EXACTA DE LA OBRA:

PROMOTOR (NOMBRE Y DIRECCIONES):

TIPO DE OBRA:

PROYECTISTA (NOMBRE/S Y DIRECCIÓN/NES):

COORDINADOR EN MATERIA DE SEGURIDAD Y SALUD DURANTE

LA EJECUCIÓN DE LA OBRA (NOMBRE Y DIRECCIONES):

FECHA PREVISTA PARA EL COMIENZO DE LA OBRA

DURACIÓN PREVISTA DE LOS TRABAJOS EN LA OBRA

Nº MÁXIMO ESTIMADO DE TRABAJADORES EN LA OBRA

Nº PREVISTO DE CONTRATISTAS, SUBCONTRATISTAS Y

TRABAJADORES AUTÓNOMOS EN LA OBRA

DATOS DE IDENTIFICACIÓN DE CONTRATISTAS, SUBCONTRATISTAS Y TRABAJADORES AUTÓNOMOS EN LA OBRA:

CONTRATISTA

SUBCONTRATISTA

AUTÓNOMO

**NOMBRE Y DIRECCIÓN**

**NOMBRE Y DIRECCIÓN**

**NOMBRE Y DIRECCIÓN**

**\_ NOMBRE Y DIRECCIÓN**

**\_ NOMBRE Y DIRECCIÓN**

..... **DE** ..... DE 2013

**EL PROMOTOR**

Proyecto:

ELECTRIFICACION DE UN POLIGONO RESIDENCIAL

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

BARRIO DE LOS DOLORES

Fecha:

Septiembre / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310Cartagena(Murcia)

# GESTION DE RESIDUOS

*Proyecto:*

**ELECTRIFICACION DE UN POLIGONO RESIDENCIAL**

*Promotor:*

**UNIVERSIDAD POLITECNICA  
DE CARTAGENA**

*Ubicación:*

**Barrio de los Dolores**

*Fecha:*

**Sept / 2013**

*C.P. Población (Provincia):*

**30310 Cartagena (Murcia)**

**Antonio Romero García**  
Ingeniero Técnico Industrial  
Especialidad Electricidad





## ÍNDICE

### 1.- CONTENIDO DEL DOCUMENTO

### 2.- AGENTES INTERVINIENTES

#### 2.1.- Identificación

- 2.1.1.- Productor de residuos (Promotor)
- 2.1.2.- Poseedor de residuos (Constructor)
- 2.1.3.- Gestor de residuos

#### 2.2.- Obligaciones

- 2.2.1.- Productor de residuos (Promotor)
- 2.2.2.- Poseedor de residuos (Constructor)
- 2.2.3.- Gestor de residuos

### 3.- NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLE

### 4.- IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN GENERADOS EN LA OBRA, CODIFICADOS SEGÚN LA ORDEN MAM/304/2002.

### 5.- ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA

### 6.- MEDIDAS PARA LA PLANIFICACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS RESULTANTES DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DE LA OBRA OBJETO DEL PROYECTO

### 7.- OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN A QUE SE DESTINARÁN LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENEREN EN LA OBRA

### 8.- MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN OBRA

### 9.- PRESCRIPCIONES EN RELACIÓN CON EL ALMACENAMIENTO, MANEJO, SEPARACIÓN Y OTRAS OPERACIONES DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

### 10.- VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN.

### 11.- DETERMINACIÓN DEL IMPORTE DE LA FIANZA

### 12.- PLANOS DE LAS INSTALACIONES PREVISTAS PARA EL ALMACENAMIENTO, MANEJO, SEPARACIÓN Y OTRAS OPERACIONES DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

Proyecto:

ELECTRIFICACION DE UN POLIGONO RESIDENCIAL

Visado:

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Septiembre / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



## 1.- CONTENIDO DEL DOCUMENTO

En cumplimiento del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, por el que se regula la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición (RCD), conforme a lo dispuesto en el Artículo 4 "Obligaciones del productor de residuos de construcción y demolición", el presente estudio desarrolla los puntos siguientes:

- Agentes intervinientes en la Gestión de RCD.
- Normativa y legislación aplicable.
- Identificación de los residuos de construcción y demolición generados en la obra, codificados según la Orden MAM/304/2002.
- Estimación de la cantidad generada en volumen y peso.
- Medidas para la prevención de los residuos en la obra.
- Operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos.
- Medidas para la separación de los residuos en obra.
- Prescripciones en relación con el almacenamiento, manejo, separación y otras operaciones de gestión de los residuos.
- Valoración del coste previsto de la gestión de RCD.

## 2.- AGENTES INTERVINIENTES

### 2.1.- Identificación

El presente estudio corresponde al proyecto Vivienda unifamiliar entre medianeras, situado en .

Los agentes principales que intervienen en la ejecución de la obra son:

Promotor	Universidad Politécnica de Cartagena
Proyectista	ANTONIO ROMERO GARCÍA
Director de Obra	ANTONIO ROMERO GARCÍA
Director de Ejecución	ANTONIO ROMERO GARCÍA

#### 2.1.1.- Productor de residuos (Promotor)

Se identifica con el titular del bien inmueble en quien reside la decisión última de construir o demoler. Según el artículo 2 "Definiciones" del Real Decreto 105/2008, se pueden presentar tres casos:

1. La persona física o jurídica titular de la licencia urbanística en una obra de construcción o demolición; en aquellas obras que no precisen de licencia urbanística, tendrá la consideración de productor del residuo la persona física o jurídica titular del bien inmueble objeto de una obra de construcción o demolición.
2. La persona física o jurídica que efectúe operaciones de tratamiento, de mezcla o de otro tipo, que ocasionen un cambio de naturaleza o de composición de los residuos.

Proyecto:

ELECTRIFICACION DE UN POLIGONO RESIDENCIAL

Visado:

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Septiembre / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



3. El importador o adquirente en cualquier Estado miembro de la Unión Europea de residuos de construcción y demolición.

En el presente estudio, se identifica como el productor de los residuos:

### 2.1.2.- Poseedor de residuos (Constructor)

En la presente fase del proyecto no se ha determinado el agente que actuará como Poseedor de los Residuos, siendo responsabilidad del Productor de los residuos (Promotor) su designación antes del comienzo de las obras.

### 2.1.3.- Gestor de residuos

Es la persona física o jurídica, o entidad pública o privada, que realice cualquiera de las operaciones que componen la recogida, el almacenamiento, el transporte, la valorización y la eliminación de los residuos, incluida la vigilancia de estas operaciones y la de los vertederos, así como su restauración o gestión ambiental de los residuos, con independencia de ostentar la condición de productor de los mismos. Éste será designado por el Productor de los residuos (Promotor) con anterioridad al comienzo de las obras.

## 2.2.- Obligaciones

### 2.2.1.- Productor de residuos (Promotor)

Debe incluir en el proyecto de ejecución de la obra un estudio de gestión de residuos de construcción y demolición, que contendrá como mínimo:

1. Una estimación de la cantidad, expresada en toneladas y en metros cúbicos, de los residuos de construcción y demolición que se generarán en la obra, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos y la lista europea de residuos, o norma que la sustituya.
2. Las medidas para la planificación y optimización de la gestión de los residuos generados en la obra objeto del proyecto.
3. Las operaciones de reutilización, valorización o eliminación a que se destinarán los residuos que se generarán en la obra.
4. Las medidas para la separación de los residuos en obra, en particular, para el cumplimiento por parte del poseedor de los residuos, de la obligación establecida en el apartado 5 del artículo 5.
5. Los planos de las instalaciones previstas para el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra. Posteriormente, dichos planos podrán ser objeto de adaptación a las características particulares de la obra y sus sistemas de ejecución, previo acuerdo de la dirección facultativa de la obra.
6. Las prescripciones del pliego de prescripciones técnicas particulares del proyecto, en relación con el almacenamiento, manejo, separación y, en su caso, otras operaciones de gestión de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.
7. Una valoración del coste previsto de la gestión de los residuos de construcción y demolición, que formará parte del presupuesto del proyecto en capítulo independiente.

Está obligado a disponer de la documentación que acredite que los residuos de construcción y demolición realmente producidos en sus obras han sido gestionados, en su caso, en obra o entregados a una instalación de valorización o de eliminación para su tratamiento por gestor de residuos autorizado, en los términos recogidos en el Real Decreto 105/2008 y, en particular, en el presente estudio o en sus modificaciones. La documentación correspondiente a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.

En obras de demolición, rehabilitación, reparación o reforma, deberá preparar un inventario de los residuos peligrosos que se generarán, que deberá incluirse en el estudio de gestión de RCD, así como

Proyecto:

ELECTRIFICACION DE UN POLIGONO RESIDENCIAL

Visado:

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Septiembre / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



prever su retirada selectiva, con el fin de evitar la mezcla entre ellos o con otros residuos no peligrosos, y asegurar su envío a gestores autorizados de residuos peligrosos.

En los casos de obras sometidas a licencia urbanística, el poseedor de residuos, queda obligado a constituir una fianza o garantía financiera equivalente que asegure el cumplimiento de los requisitos establecidos en dicha licencia en relación con los residuos de construcción y demolición de la obra, en los términos previstos en la legislación de las comunidades autónomas correspondientes.

### 2.2.2.- Poseedor de residuos (Constructor)

La persona física o jurídica que ejecute la obra - el constructor -, además de las prescripciones previstas en la normativa aplicable, está obligado a presentar a la propiedad de la misma un plan que refleje cómo llevará a cabo las obligaciones que le incumban en relación a los residuos de construcción y demolición que se vayan a producir en la obra, en particular las recogidas en los artículos 4.1 y 5 del Real Decreto 105/2008 y las contenidas en el presente estudio.

El plan presentado y aceptado por la propiedad, una vez aprobado por la dirección facultativa, pasará a formar parte de los documentos contractuales de la obra.

El poseedor de residuos de construcción y demolición, cuando no proceda a gestionarlos por sí mismo, y sin perjuicio de los requerimientos del proyecto aprobado, estará obligado a entregarlos a un gestor de residuos o a participar en un acuerdo voluntario o convenio de colaboración para su gestión. Los residuos de construcción y demolición se destinarán preferentemente, y por este orden, a operaciones de reutilización, reciclado o a otras formas de valorización.

La entrega de los residuos de construcción y demolición a un gestor por parte del poseedor habrá de constar en documento fehaciente, en el que figure, al menos, la identificación del poseedor y del productor, la obra de procedencia y, en su caso, el número de licencia de la obra, la cantidad expresada en toneladas o en metros cúbicos, o en ambas unidades cuando sea posible, el tipo de residuos entregados, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, o norma que la sustituya, y la identificación del gestor de las operaciones de destino.

Cuando el gestor al que el poseedor entregue los residuos de construcción y demolición efectúe únicamente operaciones de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, en el documento de entrega deberá figurar también el gestor de valorización o de eliminación ulterior al que se destinarán los residuos.

En todo caso, la responsabilidad administrativa en relación con la cesión de los residuos de construcción y demolición por parte de los poseedores a los gestores se registrará por lo establecido en la legislación vigente en materia de residuos.

Mientras se encuentren en su poder, el poseedor de los residuos estará obligado a mantenerlos en condiciones adecuadas de higiene y seguridad, así como a evitar la mezcla de fracciones ya seleccionadas que impida o dificulte su posterior valorización o eliminación.

La separación en fracciones se llevará a cabo preferentemente por el poseedor de los residuos dentro de la obra en que se produzcan.

Cuando por falta de espacio físico en la obra no resulte técnicamente viable efectuar dicha separación en origen, el poseedor podrá encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra. En este último caso, el poseedor deberá obtener del gestor de la instalación documentación acreditativa de que éste ha cumplido, en su nombre, la obligación recogida en el presente apartado.

El órgano competente en materia medioambiental de la comunidad autónoma donde se ubique la obra, de forma excepcional, y siempre que la separación de los residuos no haya sido especificada y presupuestada en el proyecto de obra, podrá eximir al poseedor de los residuos de construcción y demolición de la obligación de separación de alguna o de todas las anteriores fracciones.

Proyecto:

ELECTRIFICACION DE UN POLIGONO RESIDENCIAL

Visado:

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Septiembre / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



El poseedor de los residuos de construcción y demolición estará obligado a sufragar los correspondientes costes de gestión y a entregar al productor los certificados y la documentación acreditativa de la gestión de los residuos, así como a mantener la documentación correspondiente a cada año natural durante los cinco años siguientes.

### 2.2.3.- Gestor de residuos

Además de las recogidas en la legislación específica sobre residuos, el gestor de residuos de construcción y demolición cumplirá con las siguientes obligaciones:

1. En el supuesto de actividades de gestión sometidas a autorización por la legislación de residuos, llevar un registro en el que, como mínimo, figure la cantidad de residuos gestionados, expresada en toneladas y en metros cúbicos, el tipo de residuos, codificados con arreglo a la lista europea de residuos publicada por Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, o norma que la sustituya, la identificación del productor, del poseedor y de la obra de donde proceden, o del gestor, cuando procedan de otra operación anterior de gestión, el método de gestión aplicado, así como las cantidades, en toneladas y en metros cúbicos, y destinos de los productos y residuos resultantes de la actividad.
2. Poner a disposición de las administraciones públicas competentes, a petición de las mismas, la información contenida en el registro mencionado en el punto anterior. La información referida a cada año natural deberá mantenerse durante los cinco años siguientes.
3. Extender al poseedor o al gestor que le entregue residuos de construcción y demolición, en los términos recogidos en este real decreto, los certificados acreditativos de la gestión de los residuos recibidos, especificando el productor y, en su caso, el número de licencia de la obra de procedencia. Cuando se trate de un gestor que lleve a cabo una operación exclusivamente de recogida, almacenamiento, transferencia o transporte, deberá además transmitir al poseedor o al gestor que le entregó los residuos, los certificados de la operación de valorización o de eliminación subsiguiente a que fueron destinados los residuos.
4. En el supuesto de que carezca de autorización para gestionar residuos peligrosos, deberá disponer de un procedimiento de admisión de residuos en la instalación que asegure que, previamente al proceso de tratamiento, se detectarán y se separarán, almacenarán adecuadamente y derivarán a gestores autorizados de residuos peligrosos aquellos que tengan este carácter y puedan llegar a la instalación mezclados con residuos no peligrosos de construcción y demolición. Esta obligación se entenderá sin perjuicio de las responsabilidades en que pueda incurrir el productor, el poseedor o, en su caso, el gestor precedente que haya enviado dichos residuos a la instalación.

## 3.- NORMATIVA Y LEGISLACIÓN APLICABLE

El presente estudio se redacta al amparo del artículo 4.1 a) del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, sobre "Obligaciones del productor de residuos de construcción y demolición".

A la obra objeto del presente estudio le es de aplicación el Real Decreto 105/2008, en virtud del artículo 3, por generarse residuos de construcción y demolición definidos en el artículo 3, como:

*"cualquier sustancia u objeto que, cumpliendo la definición de Residuo incluida en la legislación vigente en materia de residuos, se genere en una obra de construcción o demolición" o bien, "aquel residuo no peligroso que no experimenta transformaciones físicas, químicas o biológicas significativas, no es soluble ni combustible, ni reacciona física ni químicamente ni de ninguna otra manera, no es biodegradable, no afecta negativamente a otras materias con las cuales entra en contacto de forma que pueda dar lugar a contaminación del medio ambiente o perjudicar a la salud humana. La lixiviabilidad total, el contenido de contaminantes del residuo y la ecotoxicidad del lixiviado deberán ser insignificantes, y en particular no deberán suponer un riesgo para la calidad de las aguas superficiales o subterráneas".*

Proyecto:

ELECTRIFICACION DE UN POLIGONO RESIDENCIAL

Visado:

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Septiembre / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



No es aplicable al presente estudio la excepción contemplada en el artículo 3.1 del Real Decreto 105/2008, al no generarse los siguientes residuos:

- a) Las tierras y piedras no contaminadas por sustancias peligrosas reutilizadas en la misma obra, en una obra distinta o en una actividad de restauración, acondicionamiento o relleno, siempre y cuando pueda acreditarse de forma fehaciente su destino a reutilización.
- b) Los residuos de industrias extractivas regulados por la Directiva 2006/21/CE, de 15 de marzo.
- c) Los lodos de dragado no peligrosos reubicados en el interior de las aguas superficiales derivados de las actividades de gestión de las aguas y de las vías navegables, de prevención de las inundaciones o de mitigación de los efectos de las inundaciones o las sequías, reguladas por el Texto Refundido de la Ley de Aguas, por la Ley 48/2003, de 26 de noviembre, de régimen económico y de prestación de servicios de los puertos de interés general, y por los tratados internacionales de los que España sea parte.

A aquellos residuos que se generen en la presente obra y estén regulados por legislación específica sobre residuos, cuando estén mezclados con otros residuos de construcción y demolición, les será de aplicación el Real Decreto 105/2008 en los aspectos no contemplados en la legislación específica.

Para la elaboración del presente estudio se ha considerado la normativa siguiente:

- Artículo 45 de la Constitución Española.

#### G GESTIÓN DE RESIDUOS

### **Real Decreto sobre la prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto**

Real Decreto 108/1991, de 1 de febrero, del Ministerio de Relaciones con las Cortes y de la Secretaría del Gobierno.

B.O.E.: 6 de febrero de 1991

### **Ley de envases y residuos de envases**

Ley 11/1997, de 24 de abril, de la Jefatura del Estado.

B.O.E.: 25 de abril de 1997

Desarrollada por:

### **Reglamento para el desarrollo y ejecución de la Ley 11/1997, de 24 de abril, de envases y residuos de envases**

Real Decreto 782/1998, de 30 de abril, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 1 de mayo de 1998

Modificada por:

### **Modificación de diversos reglamentos del área de medio ambiente para su adaptación a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley de libre acceso a actividades de servicios y su ejercicio**

Real Decreto 367/2010, de 26 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 27 de marzo de 2010

### **Plan nacional de residuos de construcción y demolición 2001-2006**

Proyecto:

ELECTRIFICACION DE UN POLIGONO RESIDENCIAL

Visado:

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Septiembre / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)





Resolución de 14 de junio de 2001, de la Secretaría General de Medio Ambiente.

B.O.E.: 12 de julio de 2001

### **Real Decreto por el que se regula la eliminación de residuos mediante depósito en vertedero**

Real Decreto 1481/2001, de 27 de diciembre, del Ministerio de Medio Ambiente.

B.O.E.: 29 de enero de 2002

Modificado por:

### **Regulación de la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición**

Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 13 de febrero de 2008

Modificado por:

**Modificación de diversos reglamentos del área de medio ambiente para su adaptación a la Ley 17/2009, de 23 de noviembre, sobre el libre acceso a las actividades de servicios y su ejercicio, y a la Ley 25/2009, de 22 de diciembre, de modificación de diversas leyes para su adaptación a la Ley de libre acceso a actividades de servicios y su ejercicio**

Real Decreto 367/2010, de 26 de marzo, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 27 de marzo de 2010

### **Regulación de la producción y gestión de los residuos de construcción y demolición**

Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero, del Ministerio de la Presidencia.

B.O.E.: 13 de febrero de 2008

### **Plan nacional integrado de residuos para el período 2008-2015**

Resolución de 20 de enero de 2009, de la Secretaría de Estado de Cambio Climático.

B.O.E.: 26 de febrero de 2009

### **Ley de residuos y suelos contaminados**

Ley 22/2011, de 28 de julio, de la Jefatura del Estado.

B.O.E.: 29 de julio de 2011

### **Plan de residuos urbanos y de residuos no peligrosos de la Región de Murcia**

Decreto 48/2003, de 23 de mayo, de la Consejería de Agricultura, Agua y Medio Ambiente de la Región de Murcia.

B.O.R.M.: 2 de junio de 2003

## **GC GESTIÓN DE RESIDUOS | CLASIFICACIÓN DE RESIDUOS**

### **Operaciones de valorización y eliminación de residuos y Lista europea de residuos**

Orden MAM 304/2002, de 8 de febrero, del Ministerio de Medio Ambiente.

B.O.E.: 19 de febrero de 2002

Corrección de errores:

Proyecto:

ELECTRIFICACION DE UN POLIGONO RESIDENCIAL

Visado:

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Septiembre / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



## Corrección de errores de la Orden MAM 304/2002, de 8 de febrero

B.O.E.: 12 de marzo de 2002

### 4.- IDENTIFICACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN GENERADOS EN LA OBRA, CODIFICADOS SEGÚN LA ORDEN MAM/304/2002.

Todos los posibles residuos de construcción y demolición generados en la obra, se han codificado atendiendo a la Orden MAM/304/2002, de 8 de febrero, por la que se publican las operaciones de valorización y eliminación de residuos, según la Lista Europea de Residuos (LER) aprobada por la Decisión 2005/532/CE, dando lugar a los siguientes grupos:

RCD de Nivel I: Tierras y materiales pétreos, no contaminados, procedentes de obras de excavación

El Real Decreto 105/2008 (artículo 3.1.a), considera como excepción de ser consideradas como residuos:

*Las tierras y piedras no contaminadas por sustancias peligrosas, reutilizadas en la misma obra, en una obra distinta o en una actividad de restauración, acondicionamiento o relleno, siempre y cuando pueda acreditarse de forma fehaciente su destino a reutilización.*

RCD de Nivel II: Residuos generados principalmente en las actividades propias del sector de la construcción, de la demolición, de la reparación domiciliaria y de la implantación de servicios.

Se ha establecido una clasificación de RCD generados, según los tipos de materiales de los que están compuestos:

Material según Orden Ministerial MAM/304/2002
<b>RCD de Nivel I</b>
1 Tierras y pétreos de la excavación
<b>RCD de Nivel II</b>
<b>RCD de naturaleza no pétreo</b>
1 Asfalto
2 Madera
3 Metales (incluidas sus aleaciones)
4 Papel y cartón
5 Plástico
6 Vidrio
7 Yeso
8 Basuras
<b>RCD de naturaleza pétreo</b>
1 Arena, grava y otros áridos
2 Hormigón
3 Ladrillos, tejas y materiales cerámicos
4 Piedra
<b>RCD potencialmente peligrosos</b>
1 Otros

Proyecto:

ELECTRIFICACION DE UN POLIGONO RESIDENCIAL

Visado:

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Septiembre / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



## 5.- ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA

Se ha estimado la cantidad de residuos generados en la obra, a partir de las mediciones del proyecto, en función del peso de materiales integrantes en los rendimientos de los correspondientes precios descompuestos de cada unidad de obra, determinando el peso de los restos de los materiales sobrantes (mermas, roturas, despuntes, etc) y el del embalaje de los productos suministrados.

El volumen de excavación de las tierras y de los materiales pétreos no utilizados en la obra, se ha calculado en función de las dimensiones del proyecto, afectado por un coeficiente de esponjamiento según la clase de terreno.

A partir del peso del residuo, se ha estimado su volumen mediante una densidad aparente definida por el cociente entre el peso del residuo y el volumen que ocupa una vez depositado en el contenedor.

Los resultados se resumen en la siguiente tabla:

Material según Orden Ministerial MAM/304/2002	Código LER	Densidad aparente (t/m <sup>3</sup> )	Peso (t)	Volumen (m <sup>3</sup> )
<b>RCD de Nivel I</b>				
1 Tierras y pétreos de la excavación				
Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03.	17 05 04	1,33	111,202	83,711
<b>RCD de Nivel II</b>				
RCD de naturaleza no pétrea				
1 Asfalto				
Mezclas bituminosas distintas de las especificadas en el código 17 03 01.	17 03 02	1,00	0,059	0,059
2 Madera				
Madera.	17 02 01	1,10	0,716	0,651
3 Metales (incluidas sus aleaciones)				
Envases metálicos.	15 01 04	0,60	0,004	0,007
Cobre, bronce, latón.	17 04 01	1,50	0,000	0,000
Aluminio.	17 04 02	1,50	0,000	0,000
Hierro y acero.	17 04 05	2,10	0,428	0,204
Metales mezclados.	17 04 07	1,50	0,000	0,000
Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10.	17 04 11	1,50	0,002	0,001
4 Papel y cartón				
Envases de papel y cartón.	15 01 01	0,75	0,214	0,285
5 Plástico				
Plástico.	17 02 03	0,60	0,165	0,275
6 Vidrio				
Vidrio.	17 02 02	1,00	0,003	0,003
7 Yeso				
Materiales de construcción a partir de yeso distintos de los especificados en el código 17 08 01.	17 08 02	1,00	0,273	0,273
8 Basuras				

Proyecto:

ELECTRIFICACION DE UN POLIGONO RESIDENCIAL

Visado:

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Septiembre / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



Material según Orden Ministerial MAM/304/2002	Código LER	Densidad aparente (t/m³)	Peso (t)	Volumen (m³)
Materiales de aislamiento distintos de los especificados en los códigos 17 06 01 y 17 06 03.	17 06 04	0,60	0,048	0,080
Residuos biodegradables.	20 02 01	1,50	2,055	1,370
Residuos de la limpieza viaria.	20 03 03	1,50	2,055	1,370
<b>RCD de naturaleza pétreo</b>				
<b>1 Arena, grava y otros áridos</b>				
Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07.	01 04 08	1,51	0,033	0,022
Residuos de arena y arcillas.	01 04 09	1,60	0,118	0,074
<b>2 Hormigón</b>				
Hormigón (hormigones, morteros y prefabricados).	17 01 01	1,50	4,940	3,293
<b>3 Ladrillos, tejas y materiales cerámicos</b>				
Ladrillos.	17 01 02	1,25	4,667	3,734
Tejas y materiales cerámicos.	17 01 03	1,25	0,963	0,770
Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 17 01 06.	17 01 07	1,25	0,136	0,109
<b>4 Piedra</b>				
Residuos del corte y serrado de piedra distintos de los mencionados en el código 01 04 07.	01 04 13	1,50	0,089	0,059
<b>RCD potencialmente peligrosos</b>				
<b>1 Otros</b>				
Residuos de pintura y barniz que contienen disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas.	08 01 11	0,90	0,011	0,012
Residuos mezclados de construcción y demolición distintos de los especificados en los códigos 17 09 01, 17 09 02 y 17 09 03.	17 09 04	1,50	0,088	0,059

En la siguiente tabla, se exponen los valores del peso y el volumen de RCD, agrupados por niveles y apartados

Material según Orden Ministerial MAM/304/2002	Peso (t)	Volumen (m³)
<b>RCD de Nivel I</b>		
1 Tierras y pétreos de la excavación	111,202	83,711
<b>RCD de Nivel II</b>		
<b>RCD de naturaleza no pétreo</b>		
1 Asfalto	0,059	0,059
2 Madera	0,716	0,651
3 Metales (incluidas sus aleaciones)	0,434	0,212
4 Papel y cartón	0,214	0,285
5 Plástico	0,165	0,275
6 Vidrio	0,003	0,003
7 Yeso	0,273	0,273
8 Basuras	4,158	2,820
<b>RCD de naturaleza pétreo</b>		
1 Arena, grava y otros áridos	0,151	0,096
2 Hormigón	4,940	3,293

Proyecto:

ELECTRIFICACION DE UN POLIGONO RESIDENCIAL

Visado:

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Septiembre / 2013

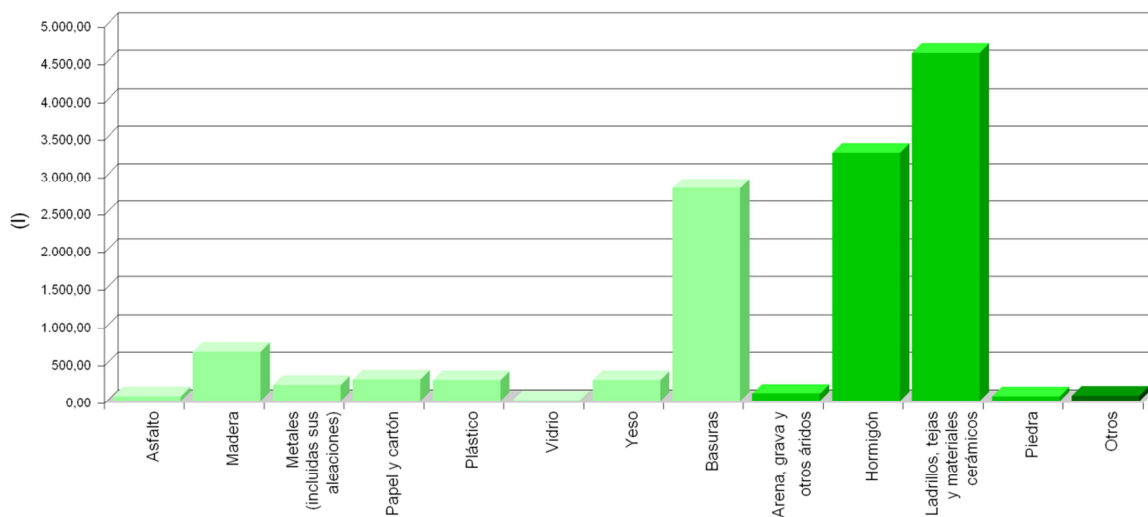
C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



Material según Orden Ministerial MAM/304/2002	Peso (t)	Volumen (m³)
3 Ladrillos, tejas y materiales cerámicos	5,766	4,613
4 Piedra	0,089	0,059
<b>RCD potencialmente peligrosos</b>		
1 Otros	0,099	0,071

Volumen de RCD de Nivel II



Proyecto:

ELECTRIFICACION DE UN POLIGONO RESIDENCIAL

Visado:

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

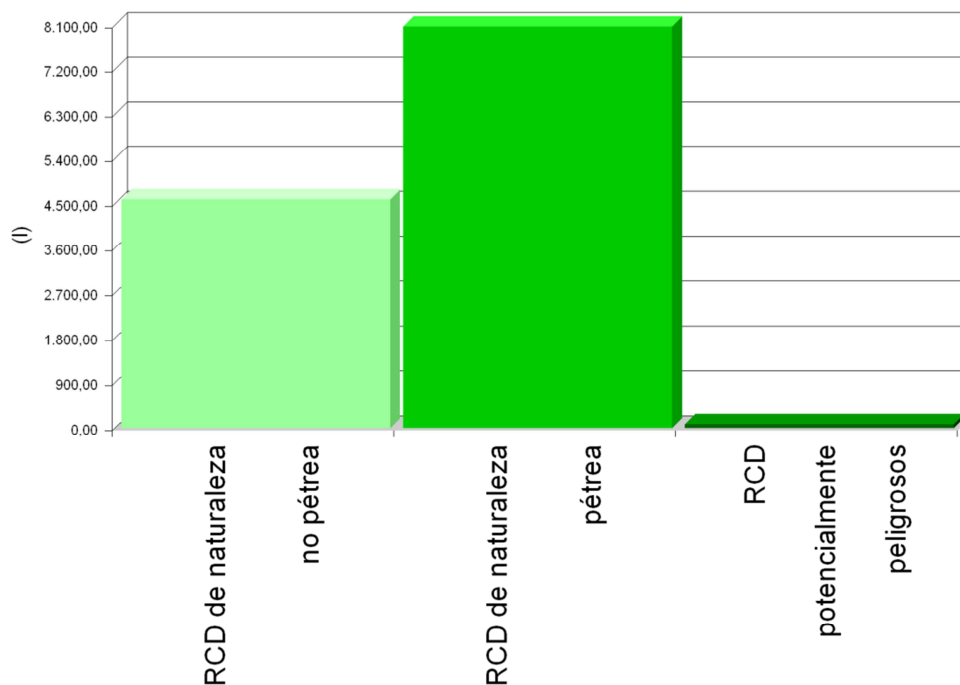
Septiembre / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

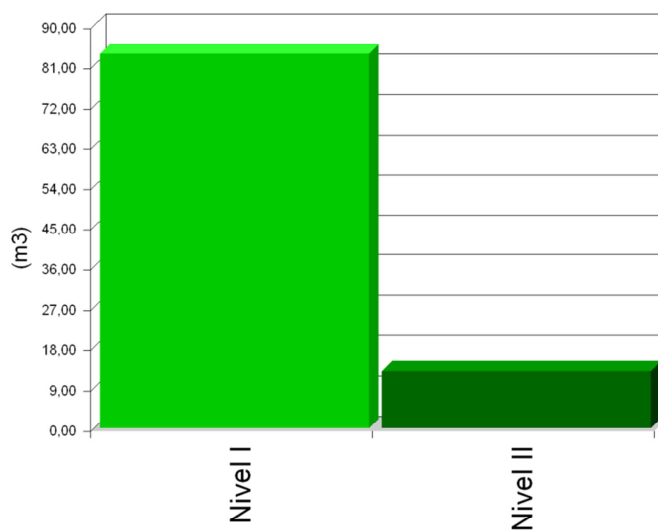
30310 Cartagena (Murcia)



Volumen de RCD de Nivel II



Volumen de RCD de Nivel I y Nivel II



Proyecto:

ELECTRIFICACION DE UN POLIGONO RESIDENCIAL

Visado:

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Septiembre / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



## 6.- MEDIDAS PARA LA PLANIFICACIÓN Y OPTIMIZACIÓN DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS RESULTANTES DE LA CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN DE LA OBRA OBJETO DEL PROYECTO

En la fase de proyecto se han tenido en cuenta las distintas alternativas compositivas, constructivas y de diseño, optando por aquellas que generan el menor volumen de residuos en la fase de construcción y de explotación, facilitando, además, el desmantelamiento de la obra al final de su vida útil con el menor impacto ambiental.

Con el fin de generar menos residuos en la fase de ejecución, el constructor asumirá la responsabilidad de organizar y planificar la obra, en cuanto al tipo de suministro, acopio de materiales y proceso de ejecución.

Como criterio general, se adoptarán las siguientes medidas para la planificación y optimización de la gestión de los residuos generados durante la ejecución de la obra:

- La excavación se ajustará a las dimensiones específicas del proyecto, atendiendo a las cotas de los planos de cimentación, hasta la profundidad indicada en el mismo que coincidirá con el Estudio Geotécnico correspondiente con el visto bueno de la Dirección Facultativa. En el caso de que existan lodos de drenaje, se acotará la extensión de las bolsas de los mismos.
- Se evitará en lo posible la producción de residuos de naturaleza pétreo (bolos, grava, arena, etc.), pactando con el proveedor la devolución del material que no se utilice en la obra.
- El hormigón suministrado será preferentemente de central. En caso de que existan sobrantes se utilizarán en las partes de la obra que se prevea para estos casos, como hormigones de limpieza, base de solados, rellenos, etc.
- Las piezas que contengan mezclas bituminosas, se suministrarán justas en dimensión y extensión, con el fin de evitar los sobrantes innecesarios. Antes de su colocación se planificará la ejecución para proceder a la apertura de las piezas mínimas, de modo que queden dentro de los envases los sobrantes no ejecutados.
- Todos los elementos de madera se replantearán junto con el oficial de carpintería, con el fin de optimizar la solución, minimizar su consumo y generar el menor volumen de residuos.
- El suministro de los elementos metálicos y sus aleaciones, se realizará con las cantidades mínimas y estrictamente necesarias para la ejecución de la fase de la obra correspondiente, evitándose cualquier trabajo dentro de la obra, a excepción del montaje de los correspondientes kits prefabricados.
- Se solicitará de forma expresa a los proveedores que el suministro en obra se realice con la menor cantidad de embalaje posible, renunciando a los aspectos publicitarios, decorativos y superfluos.

En el caso de que se adopten otras medidas alternativas o complementarias para la planificación y optimización de la gestión de los residuos de la obra, se le comunicará de forma fehaciente al Director de Obra y al Director de la Ejecución de la Obra para su conocimiento y aprobación. Estas medidas no supondrán menoscabo alguno de la calidad de la obra, ni interferirán en el proceso de ejecución de la misma.

Proyecto:

ELECTRIFICACION DE UN POLIGONO RESIDENCIAL

Visado:

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Septiembre / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



## 7.- OPERACIONES DE REUTILIZACIÓN, VALORIZACIÓN O ELIMINACIÓN A QUE SE DESTINARÁN LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENEREN EN LA OBRA

El desarrollo de las actividades de valorización de residuos de construcción y demolición requerirá autorización previa del órgano competente en materia medioambiental de la Comunidad Autónoma correspondiente, en los términos establecidos por la legislación vigente en materia de residuos.

La autorización podrá ser otorgada para una o varias de las operaciones que se vayan a realizar, y sin perjuicio de las autorizaciones o licencias exigidas por cualquier otra normativa aplicable a la actividad. Se otorgará por un plazo de tiempo determinado, y podrá ser renovada por periodos sucesivos.

La autorización sólo se concederá previa inspección de las instalaciones en las que vaya a desarrollarse la actividad y comprobación de la cualificación de los técnicos responsables de su dirección y de que está prevista la adecuada formación profesional del personal encargado de su explotación.

Los áridos reciclados obtenidos como producto de una operación de valorización de residuos de construcción y demolición deberán cumplir los requisitos técnicos y legales para el uso a que se destinen.

Cuando se prevea la operación de reutilización en otra construcción de los sobrantes de las tierras procedentes de la excavación, de los residuos minerales o pétreos, de los materiales cerámicos o de los materiales no pétreos y metálicos, el proceso se realizará preferentemente en el depósito municipal.

En relación al destino previsto para los residuos no reutilizables ni valorables "in situ", se expresan las características, su cantidad, el tipo de tratamiento y su destino, en la tabla siguiente:

Material según Orden Ministerial MAM/304/2002	Código LER	Tratamiento	Destino	Peso (t)	Volumen (m³)
<b>RCD de Nivel I</b>					
<b>1 Tierras y pétreos de la excavación</b>					
Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03.	17 05 04	Sin tratamiento específico	Restauración / Vertedero	111,202	83,711
Tierra y piedras distintas de las especificadas en el código 17 05 03.	17 05 04	Reutilización	Propia obra	0,029	0,018
<b>RCD de Nivel II</b>					
<b>RCD de naturaleza no pétreo</b>					
<b>1 Asfalto</b>					
Mezclas bituminosas distintas de las especificadas en el código 17 03 01.	17 03 02	Reciclado	Planta reciclaje RCD	0,059	0,059
<b>2 Madera</b>					
Madera.	17 02 01	Reciclado	Gestor autorizado RNP	0,716	0,651
<b>3 Metales (incluidas sus aleaciones)</b>					
Envases metálicos.	15 01 04	Depósito / Tratamiento	Gestor autorizado RNP	0,004	0,007
Cobre, bronce, latón.	17 04 01	Reciclado	Gestor autorizado RNP	0,000	0,000
Aluminio.	17 04 02	Reciclado	Gestor autorizado RNP	0,000	0,000
Hierro y acero.	17 04 05	Reciclado	Gestor autorizado RNP	0,428	0,204

Proyecto:

ELECTRIFICACION DE UN POLIGONO RESIDENCIAL

Visado:

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Septiembre / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)





Material según Orden Ministerial MAM/304/2002	Código LER	Tratamiento	Destino	Peso (t)	Volumen (m³)
Metales mezclados.	17 04 07	Reciclado	Gestor autorizado RNP	0,000	0,000
Cables distintos de los especificados en el código 17 04 10.	17 04 11	Reciclado	Gestor autorizado RNP	0,002	0,001
<b>4 Papel y cartón</b>					
Envases de papel y cartón.	15 01 01	Reciclado	Gestor autorizado RNP	0,214	0,285
<b>5 Plástico</b>					
Plástico.	17 02 03	Reciclado	Gestor autorizado RNP	0,165	0,275
<b>6 Vidrio</b>					
Vidrio.	17 02 02	Reciclado	Gestor autorizado RNP	0,003	0,003
<b>7 Yeso</b>					
Materiales de construcción a partir de yeso distintos de los especificados en el código 17 08 01.	17 08 02	Reciclado	Gestor autorizado RNP	0,273	0,273
<b>8 Basuras</b>					
Materiales de aislamiento distintos de los especificados en los códigos 17 06 01 y 17 06 03.	17 06 04	Reciclado	Gestor autorizado RNP	0,048	0,080
Residuos biodegradables.	20 02 01	Reciclado / Vertedero	Planta reciclaje RSU	2,055	1,370
Residuos de la limpieza viaria.	20 03 03	Reciclado / Vertedero	Planta reciclaje RSU	2,055	1,370
<b>RCD de naturaleza pétreo</b>					
<b>1 Arena, grava y otros áridos</b>					
Residuos de grava y rocas trituradas distintos de los mencionados en el código 01 04 07.	01 04 08	Reciclado	Planta reciclaje RCD	0,033	0,022
Residuos de arena y arcillas.	01 04 09	Reciclado	Planta reciclaje RCD	0,118	0,074
<b>2 Hormigón</b>					
Hormigón (hormigones, morteros y prefabricados).	17 01 01	Reciclado / Vertedero	Planta reciclaje RCD	4,940	3,293
<b>3 Ladrillos, tejas y materiales cerámicos</b>					
Ladrillos.	17 01 02	Reciclado	Planta reciclaje RCD	4,667	3,734
Tejas y materiales cerámicos.	17 01 03	Reciclado	Planta reciclaje RCD	0,963	0,770
Mezclas de hormigón, ladrillos, tejas y materiales cerámicos distintas de las especificadas en el código 17 01 06.	17 01 07	Reciclado / Vertedero	Planta reciclaje RCD	0,136	0,109
<b>4 Piedra</b>					
Residuos del corte y serrado de piedra distintos de los mencionados en el código 01 04 07.	01 04 13	Sin tratamiento específico	Restauración / Vertedero	0,089	0,059
<b>RCD potencialmente peligrosos</b>					
<b>1 Otros</b>					

Proyecto:

ELECTRIFICACION DE UN POLIGONO RESIDENCIAL

Visado:

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Septiembre / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



Material según Orden Ministerial MAM/304/2002	Código LER	Tratamiento	Destino	Peso (t)	Volumen (m³)
Residuos de pintura y barniz que contienen disolventes orgánicos u otras sustancias peligrosas.	08 01 11	Depósito / Tratamiento	Gestor autorizado RPs	0,011	0,012
Residuos mezclados de construcción y demolición distintos de los especificados en los códigos 17 09 01, 17 09 02 y 17 09 03.	17 09 04	Reciclado	Planta reciclaje RCD	0,088	0,059
<p><i>Notas:</i>  RCD: Residuos de construcción y demolición  RSU: Residuos sólidos urbanos  RNPs: Residuos no peligrosos  RPs: Residuos peligrosos</p>					

## 8.- MEDIDAS PARA LA SEPARACIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN EN OBRA

Los residuos de construcción y demolición se separarán en las siguientes fracciones cuando, de forma individualizada para cada una de dichas fracciones, la cantidad prevista de generación para el total de la obra supere las siguientes cantidades:

- Hormigón: 80 t.
- Ladrillos, tejas y materiales cerámicos: 40 t.
- Metales (incluidas sus aleaciones): 2 t.
- Madera: 1 t.
- Vidrio: 1 t.
- Plástico: 0.5 t.
- Papel y cartón: 0.5 t.

En la tabla siguiente se indica el peso total expresado en toneladas, de los distintos tipos de residuos generados en la obra objeto del presente estudio, y la obligatoriedad o no de su separación in situ.

TIPO DE RESIDUO	TOTAL RESIDUO OBRA (t)	UMBRAL SEGÚN NORMA (t)	SEPARACIÓN "IN SITU"
Hormigón	4.940	80.00	NO OBLIGATORIA
Ladrillos, tejas y materiales cerámicos	5.766	40.00	NO OBLIGATORIA
Metales (incluidas sus aleaciones)	0.434	2.00	NO OBLIGATORIA
Madera	0.716	1.00	NO OBLIGATORIA
Vidrio	0.003	1.00	NO OBLIGATORIA
Plástico	0.165	0.50	NO OBLIGATORIA
Papel y cartón	0.214	0.50	NO OBLIGATORIA

La separación en fracciones se llevará a cabo preferentemente por el poseedor de los residuos de construcción y demolición dentro de la obra.

Si por falta de espacio físico en la obra no resulta técnicamente viable efectuar dicha separación en origen, el poseedor podrá encomendar la separación de fracciones a un gestor de residuos en una instalación de tratamiento de residuos de construcción y demolición externa a la obra. En este último caso, el poseedor deberá obtener del gestor de la instalación documentación acreditativa de que éste ha

Proyecto:

ELECTRIFICACION DE UN POLIGONO RESIDENCIAL

Visado:

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Septiembre / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



cumplido, en su nombre, la obligación recogida en el artículo 5. "Obligaciones del poseedor de residuos de construcción y demolición" del Real Decreto 105/2008, de 1 de febrero.

El órgano competente en materia medioambiental de la comunidad autónoma donde se ubica la obra, de forma excepcional, y siempre que la separación de los residuos no haya sido especificada y presupuestada en el proyecto de obra, podrá eximir al poseedor de los residuos de construcción y demolición de la obligación de separación de alguna o de todas las anteriores fracciones.

## 9.- PRESCRIPCIONES EN RELACIÓN CON EL ALMACENAMIENTO, MANEJO, SEPARACIÓN Y OTRAS OPERACIONES DE GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN

El depósito temporal de los escombros se realizará en contenedores metálicos con la ubicación y condiciones establecidas en las ordenanzas municipales, o bien en sacos industriales con un volumen inferior a un metro cúbico, quedando debidamente señalizados y segregados del resto de residuos.

Aquellos residuos valorizables, como maderas, plásticos, chatarra, etc., se depositarán en contenedores debidamente señalizados y segregados del resto de residuos, con el fin de facilitar su gestión.

Los contenedores deberán estar pintados con colores vivos, que sean visibles durante la noche, y deben contar con una banda de material reflectante de, al menos, 15 centímetros a lo largo de todo su perímetro, figurando de forma clara y legible la siguiente información:

- Razón social.
- Código de Identificación Fiscal (C.I.F.).
- Número de teléfono del titular del contenedor/envase.
- Número de inscripción en el Registro de Transportistas de Residuos del titular del contenedor.

Dicha información deberá quedar también reflejada a través de adhesivos o placas, en los envases industriales u otros elementos de contención.

El responsable de la obra a la que presta servicio el contenedor adoptará las medidas pertinentes para evitar que se depositen residuos ajenos a la misma. Los contenedores permanecerán cerrados o cubiertos fuera del horario de trabajo, con el fin de evitar el depósito de restos ajenos a la obra y el derramamiento de los residuos.

En el equipo de obra se deberán establecer los medios humanos, técnicos y procedimientos de separación que se dedicarán a cada tipo de RCD.

Se deberán cumplir las prescripciones establecidas en las ordenanzas municipales, los requisitos y condiciones de la licencia de obra, especialmente si obligan a la separación en origen de determinadas materias objeto de reciclaje o deposición, debiendo el constructor o el jefe de obra realizar una evaluación económica de las condiciones en las que es viable esta operación, considerando las posibilidades reales de llevarla a cabo, es decir, que la obra o construcción lo permita y que se disponga de plantas de reciclaje o gestores adecuados.

El constructor deberá efectuar un estricto control documental, de modo que los transportistas y gestores de RCD presenten los vales de cada retirada y entrega en destino final. En el caso de que los residuos se reutilicen en otras obras o proyectos de restauración, se deberá aportar evidencia documental del destino final.

Los restos derivados del lavado de las canaletas de las cubas de suministro de hormigón prefabricado serán considerados como residuos y gestionados como le corresponde (LER 17 01 01).

Se evitará la contaminación mediante productos tóxicos o peligrosos de los materiales plásticos, restos de madera, acopios o contenedores de escombros, con el fin de proceder a su adecuada segregación.

Proyecto:

ELECTRIFICACION DE UN POLIGONO RESIDENCIAL

Visado:

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Septiembre / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



Las tierras superficiales que puedan destinarse a jardinería o a la recuperación de suelos degradados, serán cuidadosamente retiradas y almacenadas durante el menor tiempo posible, dispuestas en caballones de altura no superior a 2 metros, evitando la humedad excesiva, su manipulación y su contaminación.

Los residuos que contengan amianto cumplirán los preceptos dictados por el Real Decreto 108/1991, sobre la prevención y reducción de la contaminación del medio ambiente producida por el amianto (artículo 7.), así como la legislación laboral de aplicación. Para determinar la condición de residuos peligrosos o no peligrosos, se seguirá el proceso indicado en la Orden MAM/304/2002, Anexo II. Lista de Residuos. Punto 6.

## 10.- VALORACIÓN DEL COSTE PREVISTO DE LA GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN.

El coste previsto de la gestión de los residuos se ha determinado a partir de la estimación descrita en el apartado 5, "ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DE LOS RESIDUOS DE CONSTRUCCIÓN Y DEMOLICIÓN QUE SE GENERARÁN EN LA OBRA", aplicando los precios correspondientes para cada unidad de obra, según se detalla en el capítulo de Gestión de Residuos del presupuesto del proyecto.

Código	Subcapítulo	TOTAL (€)
GT	Transporte de tierras	375,27
GR	Transporte de residuos inertes	1.296,52
	TOTAL	1.671,79

## 11.- DETERMINACIÓN DEL IMPORTE DE LA FIANZA

Con el fin de garantizar la correcta gestión de los residuos de construcción y demolición generados en las obras, las Entidades Locales exigen el depósito de una fianza u otra garantía financiera equivalente, que responda de la correcta gestión de los residuos de construcción y demolición que se produzcan en la obra, en los términos previstos en la legislación autonómica y municipal.

En el presente estudio se ha considerado, a efectos de la determinación del importe de la fianza, los importe mínimo y máximo fijados por la Entidad Local correspondiente.

- Costes de gestión de RCD de Nivel I: 4.00 €/m<sup>3</sup>
- Costes de gestión de RCD de Nivel II: 10.00 €/m<sup>3</sup>
- Importe mínimo de la fianza: 40.00 € - como mínimo un 0.2 % del PEM.
- Importe máximo de la fianza: 60000.00 €

En el cuadro siguiente, se determina el importe de la fianza o garantía financiera equivalente prevista en la gestión de RCD.

<b>Presupuesto de Ejecución Material de la Obra (PEM):</b>	<b>84.901,89€</b>
--	-------------------

### A: ESTIMACIÓN DEL COSTE DE TRATAMIENTO DE RCD A EFECTOS DE LA DETERMINACIÓN DE LA FIANZA

Tipología	Volumen (m <sup>3</sup> )	Coste de gestión (€/m <sup>3</sup> )	Importe (€)	% s/PEM
<b>A.1. RCD de Nivel I</b>				
Tierras y pétreos de la excavación	83,71	4,00		
<b>Total Nivel I</b>			263,20 <sup>(1)</sup>	0,31

Proyecto:

ELECTRIFICACION DE UN POLIGONO RESIDENCIAL

Visado:

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Septiembre / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)



Documento:

ANEXO DE GESTION DE RESIDUOS

Pág. núm.:

19

### A.2. RCD de Nivel II

RCD de naturaleza pétrea	8,06	10,00		
RCD de naturaleza no pétrea	4,58	10,00		
RCD potencialmente peligrosos	0,07	10,00		
<b>Total Nivel II</b>			169,81 <sup>(2)</sup>	0,20
<b>Total</b>			433,01	0,51

Notas:

<sup>(1)</sup> Entre 40,00€ y 60.000,00€.

<sup>(2)</sup> Como mínimo un 0.2 % del PEM.

### B: RESTO DE COSTES DE GESTIÓN

Concepto	Importe (€)	% s/PEM
Costes administrativos, alquileres, portes, etc.	127,36	0,15

<b>TOTAL:</b>	<b>560,37€</b>	<b>0,66</b>
---------------	----------------	-------------

EL INGENIERO TECNICO INDUSTRIAL

Fdo.: Antonio Romero García  
Cartagena, Septiembre de 2013

Proyecto:

ELECTRIFICACION DE UN POLIGONO RESIDENCIAL

Visado:

Promotor:

U.P.C.T.

Ubicación:

Barrio de los Dolores

Fecha:

Septiembre / 2013

C.P. Localidad (Provincia):

30310 Cartagena (Murcia)

# DOCUMENTACION TECNICA

*Proyecto:*

**ELECTRIFICACION DE UN POLIGONO RESIDENCIAL**

*Promotor:*

**UNIVERSIDAD POLITECNICA  
DE CARTAGENA**

*Ubicación:*

**Barrio de los Dolores**

*Fecha:*

**Sept / 2013**

*C.P. Población (Provincia):*

**30310 Cartagena (Murcia)**

**Antonio Romero Garcia**  
Ingeniero Técnico Industrial  
Especialidad Electricidad



# 1.- CABLES BAJA TENSION

*Proyecto:*

**ELECTRIFICACION DE UN POLIGONO RESIDENCIAL**

*Promotor:*

**UNIVERSIDAD POLITECNICA  
DE CARTAGENA**

*Ubicación:*

**Barrio de los Dolores**

*Fecha:*

**Sept / 2013**

*C.P. Población (Provincia):*

**30310 Cartagena (Murcia)**

**Antonio Romero Garcia**  
Ingeniero Técnico Industrial  
Especialidad Electricidad



## ÍNDICE

<b>GUÍAS DE UTILIZACIÓN</b>	5
– Guía orientativa de aplicaciones usuales de los cables para BT	6
– Soluciones Afumex al Reglamento Electrotécnico para BT	8
– Ejemplos de aplicación Afumex Firs (AS+) en pública concurrencia	10
– Tipos de cables Prysmian para Baja Tensión	12
<b>INTRODUCCIÓN TÉCNICA</b>	15
<b>A) Instalaciones interiores o receptoras</b>	17
– Modos de instalación	17
– Intensidades máximas admisibles en instalaciones en edificios	22
– Factores de corrección	24
<b>B) Redes aéreas para distribución o alumbrado exterior en Baja Tensión</b>	29
– Intensidades máximas admisibles	29
– Factores de corrección	31
<b>C) Redes subterráneas para distribución en baja tensión (criterio de la norma UNE 211435)</b>	32
– Intensidades máximas admisibles	32
– Factores de corrección	32
<b>C bis) Redes subterráneas para distribución en baja tensión o alumbrado en Baja Tensión (criterio del REBT)</b>	36
<i>Cables directamente enterrados o enterrados bajo tubo</i>	36
– Intensidades máximas admisibles	37
– Factores de corrección	38
<i>Cables instalados en galerías subterráneas</i>	39
– Intensidades máximas admisibles	40
– Factores de corrección	40
<b>D) Cálculo de la intensidad de corriente</b>	42
<b>E) Cálculo de la sección por caída de tensión</b>	43
– Formulario	43
– Caídas de tensión máximas admisibles en % según el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión	45
– Tablas de caídas de tensión	46
<b>F) Intensidades máximas de cortocircuito</b>	48
<b>G) Ejemplos de cálculo de sección en BT</b>	50
– Línea general de alimentación en edificio de viviendas	50
– Derivación individual en edificio de viviendas	51
– Ascensor de un centro comercial	53
<b>H) Radios de curvatura</b>	57
<b>I) Tensiones máximas de tracción durante los tendidos de los cables</b>	59
<b>J) Errores más frecuentes en el cálculo de secciones y la elección del tipo de cable</b>	60
<b>K) Solución a situaciones particulares y frecuentes</b>	71
<b>L) Ensayos de fuego</b>	87
– Normativa según el comportamiento de los cables frente al fuego	90
<b>M) Nuevo cable de aluminio para BT Al Voltalene Flamex (S). Características comparativas frente al diseño tradicional Al Voltalene N (AL RV)</b>	91
<b>N) Cálculos de sección en líneas abiertas de sección uniforme</b>	93
<b>O) Eficiencia energética. Ejemplo de cálculo de sección económica y “amortización ecológica”</b>	95
<b>P) Ejemplo de cálculo de la sección técnica y económica de conductor en una instalación fotovoltaica. “Amortización ecológica”</b>	101



## CABLES PARA INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS

## Cables Afumex (AS Y AS+)

<b>Afumex Plus 750 V (AS)</b>	<b>H05Z1-K/H07Z1-K</b>
Afumex DUO 750 V (AS)	<b>H07Z1-K</b>
Afumex Paneles Flexible (AS)	<b>H07Z-K</b>
Afumex Paneles Rígido (AS)	<b>H07Z-R</b>
<b>Afumex 1000 V Iris Tech (AS)</b>	<b>RZ1-K</b>
Afumex Mando 1000 V (AS)	<b>RZ1-K</b>
Afumex Firs 1000 V (AS+)	<b>SZ1-K/RZ1-K mica</b>
Afumex Firs Detec-Signal (AS+)	<b>S0Z1-K</b>
Afumex Múltiple 1000 V (AS)	<b>RZ1-K</b>
Afumex O Signal (AS)	<b>RC4Z1-K</b>
Afumex Expo (AS)	<b>H07ZZ-F</b>
Afumex 1000 V Varinet K Flex (AS)	<b>RZ1KZ1-K</b>
Afumex 1000 V LUX (AS)	<b>RZ1-K</b>
Al Afumex 1000 V (AS)	<b>AL RZ1</b>

<b>Cable flexible 750 V AS</b>	113
Cable flexible 750 V AS con dos fibras ópticas para derivaciones individuales	115
Cable flexible 750 V AS termoestable	117
Cable Rígido 750 V AS para centralizaciones de contadores	119
<b>Cable de 1000 V AS</b>	121
Cable de 1000 V AS para derivaciones individuales	125
Cable resistente al fuego (AS+)	127
Cable resistente al fuego (AS+) para pulsadores, detectores y alarmas (trenzado y apantallado)	131
Cable AS para control y mando	133
Cable AS apantallado para control y mando	135
Cable AS para servicios móviles	137
Cable AS para motores con variadores de frec. (con conductor concéntrico)	141
Cable AS para energía y control de luminarias DALI	143
Cable de 1000 V AS de aluminio	145

## Cable para fotovoltaica

P-SUN SP

Cable para instalaciones fotovoltaicas	147
--	-----

## Cables con PVC

<b>Wirepol Flexible</b>	<b>H05V-K/H07V-K</b>
<b>Wirepol Rígido</b>	<b>H05V-U/H07V-U/H07V-R</b>
<b>Retenax Flex Iris Tech</b>	<b>RV-K</b>
Retenax Flam N	<b>RV</b>
Euroflam Energía	<b>VV-K</b>
Retenax Flam M Flex (RH)	<b>RVMV-K</b>
Retenax Flam F	<b>RVFV</b>
Retenax Flam Varinet K Flex	<b>RVKV-K</b>
Wirepol Gas	<b>H03VV-F/H05VV-F</b>
Euroflam N	<b>H05VV-F/ES05VV-F</b>
Detec-Signal	<b>V0V-K</b>

<b>Cable flexible 750 V PVC</b>	149
<b>Cable rígido 750 V PVC</b>	151
<b>Flexible PVC 1000 V</b>	153
Rígido PVC 1000 V	157
Cable PVC para control y mando	161
Cable PVC armado con hilos de acero (RH)	163
Cable PVC armado con flejes de acero	168
Cable PVC para motores con variadores de frec. (con conductor concéntrico)	172
Cable manguera blanca PVC 500 V	174
Cable manguera negra PVC 500 V	177
Cable PVC (trenzado y apantallado)	179

## Cables de goma

Flextreme	<b>H07RN-F</b>
Bupreno	<b>DN-K</b>
Solda	<b>H01N2-D</b>
DN-F Bombas Sumergidas	<b>DN-F BOMBAS SUMERGIDAS</b>

Cable de goma (provisionales obras, servicios móviles...)	181
Cable de goma para instalaciones fijas	186
Cable de goma para máquinas de soldar	190
Cable de goma para servicios sumergidos permanentes	194

## CABLES PARA REDES SUBTERRÁNEAS Y AÉREAS (también adecuados para instalaciones interiores o receptoras)

Al Voltalene Flamex (S)	<b>AL XZ1</b>	Cable de Al 1000 V	199
Al Polirret	<b>AL RZ</b>	Cable de Al trenzado (redes aéreas tensadas o posadas)	201
Polirret Feriex	<b>RZ</b>	Cable de Cu trenzado (redes aéreas de alumbrado exterior)	204

## Cables especiales

Cables especiales para BT, MT y AT	206
------------------------------------	-----

## AFUMEX DUO (incluye guía de instalación y accesorios DUO) 207

## ACCESORIOS PARA BAJA TENSIÓN

Guía de selección de accesorios en Baja Tensión	225
Tecplug	226
Termospeed PTPF	229
Termospeed PTPF-AF	231
Termospeed PTPE	233
Termospeed PTPM	236
Termospeed PTPG	238
Termospeed PCC	240
Termospeed PPD	242
Termospeed PLVKD	244
Termospeed PMT	245
Bicast PBU	247
Cinta de PVC - P1000	248
Cinta PBA-1	249
Lubricante LUTEC	250
Lubricante LIENER	252
Disolvente LICON	254
Conector fotovoltaica	226
Tubo termorretráctil	229
Tubo termorretráctil	231
Tubo termorretráctil	233
Tubo termorretráctil	236
Tubo termorretráctil	238
Capuchón termorretráctil	240
Polifurcación termorretráctil	242
Derivación termorretráctil	244
Manta termorretráctil	245
Empalme o derivación de resina	247
Cinta de PVC	248
Cinta de EPR	249

# **INTRODUCCIÓN TÉCNICA**

## A) INSTALACIONES INTERIORES O RECEPTORAS

El paso del tiempo ha demostrado que había excesiva simplificación para la diversidad de modos de instalaciones eléctricas en edificios, que se utilizan en la práctica, lo que hacía necesarias unas tablas de cargas más ajustadas a la realidad.

Esta necesidad motivó la publicación de la norma UNE 20460 - "Instalaciones Eléctricas en Edificios", que es una adaptación del Documento de Armonización del CENELEC HD-384 que, a su vez, se corresponde con la recomendación del Comité Electrotécnico Internacional IEC 364. La determinación de las intensidades admisibles en los cables descritos en este apartado se ajustará a lo prescrito en la citada norma UNE 20460.

NOTA: En este catálogo figuran tablas en las que se alude a cables tripolares o a tres cables unipolares. Por cable tripolar se entiende cable multiconductor con 3 conductores cargados (típicamente en trifásica). Así por ejemplo un cable 5G16 en una instalación trifásica es un cable tripolar a efectos de las tablas de cargas porque, salvo influencia significativa de los armónicos, sólo llevará cargados los conductores de las 3 fases. Cuando se habla de tres cables unipolares, análogamente nos referimos a una línea con 3 cables activos de un solo conductor, al margen de que en el circuito haya otros conductores considerados no activos (neutro sin armónicos y/o "tierra").

### MODOS DE INSTALACIÓN

La tabla 52-B2 de la norma UNE 20460-5-523 (nov. 2004), relaciona los "modos de instalación", haciéndolos corresponder a unas instalaciones "tipo", cuya capacidad de disipación del calor generado por las pérdidas es similar a aquéllos, por lo que se pueden agrupar en una determinada tabla de cargas común (tabla A.52-1 bis) para todos los modos que se adaptan a la misma instalación tipo.

**TABLA 52-B2: MODOS DE INSTALACIÓN E INSTALACIONES "TIPO"**

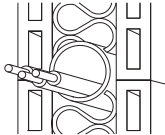
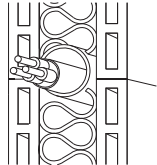
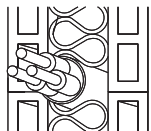
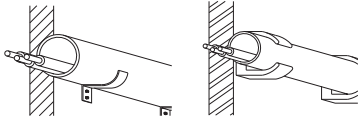
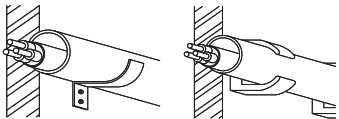
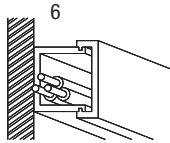
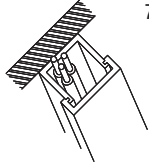
Ref.	Modos de instalación	Descripción	Tipo
1		Conductores aislados o cables unipolares en conductos empotrados en paredes térmicamente aislantes.	A1
2		Cable multiconductor en conductos empotrados en una pared térmicamente aislante.	A2
3		Cable multiconductor empotrado directamente en una pared térmicamente aislante.	A1
4		Conductores aislados o cable unipolar en conductos sobre pared de madera o de mampostería, no espaciados una distancia inferior a 0,3 veces el diámetro del conductor de ella.	B1
5		Cable multiconductor en conducto sobre pared de madera o de mampostería (ladrillo, hormigón, yeso...), no espaciado una distancia inferior a 0,3 veces el diámetro del conducto de ella.	B2
6 7	 	Conductores aislados o cables unipolares en abrazaderas, (canal protectora) fijadas sobre una pared de madera: – En recorrido horizontal. – En recorrido vertical.	B1

TABLA 52-B2: MODOS DE INSTALACIÓN E INSTALACIONES “TIPO” (Continuación)

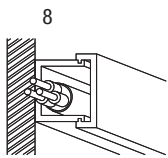
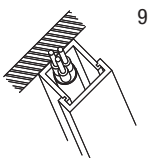
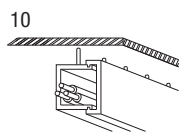
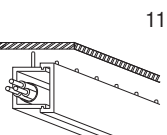
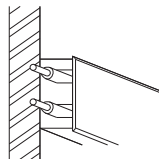
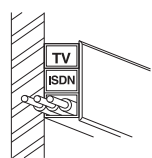
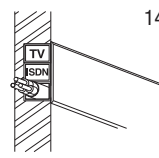
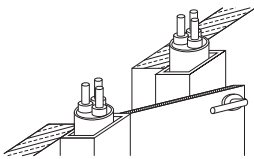
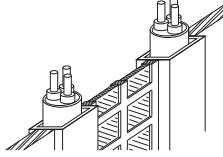
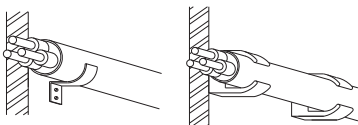
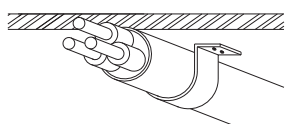
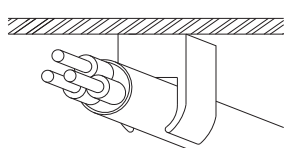
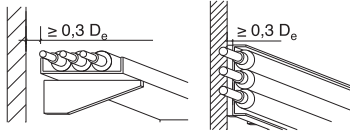
Ref.	Modos de instalación	Descripción	Tipo
8 9	 	Cable multiconductor en abrazaderas (canal protectora) fijadas sobre una pared de madera: – En recorrido horizontal. – En recorrido vertical.	B2 B2
10 11	 	Conductores aislados en abrazaderas (canal protectora) suspendidas. Cable multiconductor en abrazaderas (canal protectora) suspendidas.	B1 B2
12		Conductores aislados o cables unipolares en molduras.	A1
13 14	 	Conductores aislados o cables unipolares en rodapiés ranurados. Cable multiconductor en rodapiés ranurados.	B1 B2
15		Conductores aislados en conductos o cables unipolares o multipolares en arquitrave.	A1
16		Conductores aislados en conductos o cables unipolares o multipolares en los cercos de ventana.	A1
20		Cables unipolares o multipolares fijados sobre una pared de madera o espaciados menos de 0,3 veces el diámetro del cable de la pared.	C
21		Cables unipolares o multipolares fijados bajo un techo de madera.	C
22		Cables unipolares o multipolares separados del techo.	En estudio (Se recomienda C)
30		Cables unipolares o multipolares sobre bandejas de cables no perforadas.	C

TABLA 52-B2: MODOS DE INSTALACIÓN E INSTALACIONES “TIPO” (Continuación)

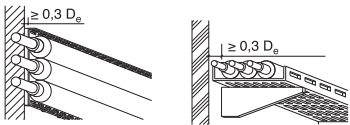
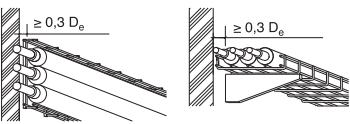
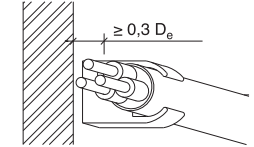
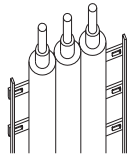
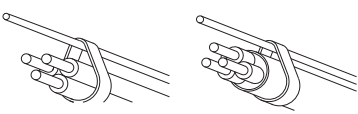
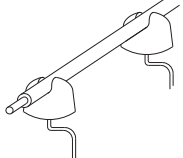
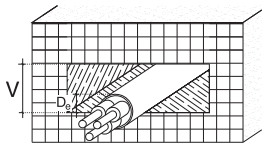
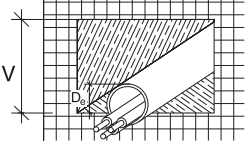
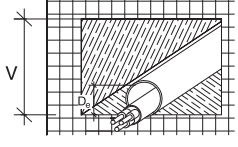
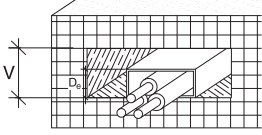
Ref.	Modos de instalación	Descripción	Tipo
31		Cables unipolares (F) o multipolares (E) sobre bandejas de cables perforadas.	E o F
32		Cables unipolares (F) o multipolares (E) sobre abrazaderas o rejillas.	E o F
33		Cables unipolares (F) o multipolares (E) separados de la pared más de 0,3 veces el diámetro del cable.	E o F
34		Cables unipolares (F) o multipolares (E) sobre escaleras de cables.	E o F
35		Cable unipolar (F) o multipolar (E) suspendido de un cable portador o autoportante.	E o F
36		Conductores desnudos o aislados sobre aisladores.	G
40		Cables unipolares o multipolares en vacíos de construcción.	1,5 D <sub>c</sub> V < 5 D <sub>c</sub> B2 5 D <sub>c</sub> V < 50 D <sub>c</sub> B1
41		Conductores aislados en conductos circulares en vacíos de construcción.	1,5 D <sub>c</sub> V < 20 D <sub>c</sub> B2 V 20 D <sub>c</sub> B1
42		Cables unipolares o multipolares en conductos circulares en vacíos de construcción.	En estudio (Se recomienda B2)
43		Conductores aislados en conductos no circulares en vacíos de construcción.	1,5 D <sub>c</sub> V < 20 D <sub>c</sub> B2 V 20 D <sub>c</sub> B1

TABLA 52-B2: MODOS DE INSTALACIÓN E INSTALACIONES “TIPO” (Continuación)

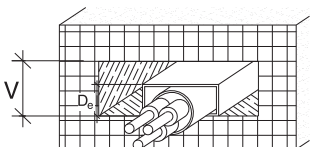
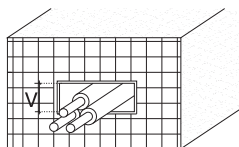
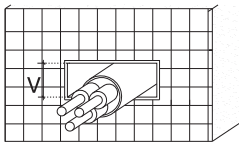
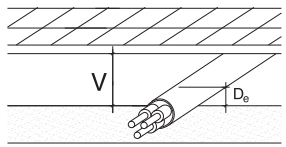
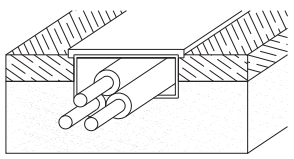
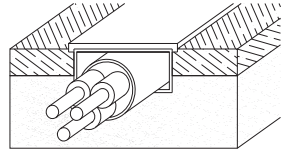
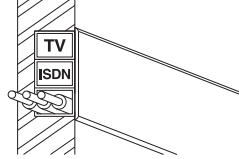
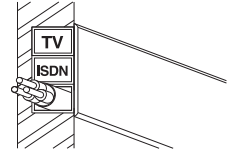
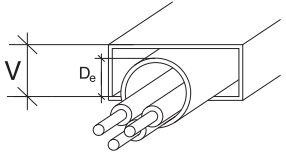
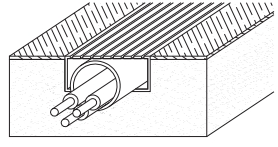
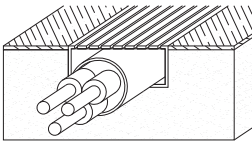
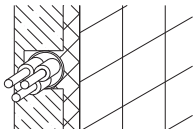
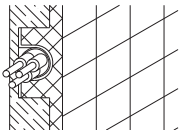
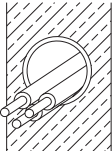
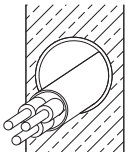
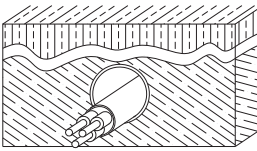
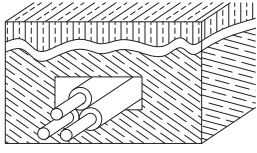
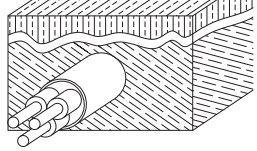
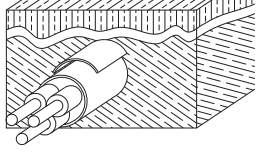
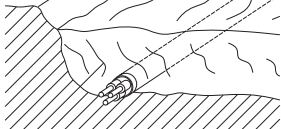
Ref.	Modos de instalación	Descripción	Tipo
44		Cables unipolares o multipolares en conductos no circulares en vacíos de construcción.	En estudio (Se recomienda B2)
45		Conductores aislados en conductos empotrados en la mampostería (ladrillo, hormigón, yeso...) de resistividad térmica no superior a 2 K·m/W.	$1,5 D_e \quad V < 5 D_e$ B2 $5 D_e \quad V < 50 D_e$ B1
46		Cables unipolares o multipolares en conductos empotrados en la mampostería de resistividad térmica no superior a 2 K·m/W.	En estudio (Se recomienda B2)
47		Cables unipolares o multipolares en los vacíos de techo o en los suelos suspendidos.	$1,5 D_e \quad V < 5 D_e$ B2 $5 D_e \quad V < 50 D_e$ B1
50		Conductores aislados o cable unipolar en canales empotrados en el suelo.	B1
51		Cable multiconductor en canales empotrados en el suelo.	B2
52		Conductores aislados o cables unipolares en conductos perfilados empotrados	B1
52		Cable multiconductor en conductos perfilados empotrados.	B2
54		Conductores aislados o cables unipolares en conductos, en canalizaciones no ventiladas en recorrido horizontal o vertical.	$1,5 D_e \quad V < 20 D_e$ B2 $V \geq 20 D_e$ B1
55		Conductores aislados en conductos, en canalizaciones abiertas o ventiladas en el suelo.	B1

TABLA 52-B2: MODOS DE INSTALACIÓN E INSTALACIONES “TIPO” (Continuación)

Ref.	Modos de instalación	Descripción	Tipo
56		Cables unipolares o multipolares en canalizaciones abiertas o ventiladas de recorrido horizontal o vertical.	B1
57		Cables unipolares o multipolares empotrados directamente en las paredes de mampostería (ladrillo, hormigón, yeso...) de resistividad inferior a 2 K·m/W <u>sin</u> protección contra los daños mecánicos complementaria.	C
58		Cables unipolares o multipolares empotrados directamente en las paredes de mampostería (ladrillo, hormigón, yeso...) de resistividad inferior a 2 K·m/W <u>con</u> protección contra los daños mecánicos complementaria.	C
59		Conductores aislados o cables unipolares en conductos empotrados en una pared de mampostería (ladrillo, hormigón, yeso...).	B1
60		Cables multiconductores en conductos empotrados en una pared de mampostería.	B2
70		Cable multiconductor en conductos o en conductos perfilados enterrados.	D
71		Cables unipolares en conductos o en conductos perfilados enterrados.	D
72		Cables unipolares o multipolares enterrados <u>sin</u> protección contra los daños mecánicos complementaria.	D
73		Cables unipolares o multipolares enterrados <u>con</u> protección contra los daños mecánicos complementaria.	D
80		Cables unipolares o multipolares con cubierta sumergidos en agua.	En estudio (Se recomienda método D con coeficiente de corrección a la alza 1,75. Supuesta resistividad térmica del agua 0,4 K·m/W)

Así pues, sólo habrá que considerar las tablas de carga de las ocho instalaciones "tipo" con las que se identificarán los distintos "modos de instalación" mencionados.

Debe recordarse que el REBT denomina "conductores aislados" a los conductores aislados sin cubierta como, por ejemplo, los cables WIREPOL RÍGIDO, WIREPOL FLEXIBLE ó AFUMEX Plus. Se trata de cables que, en el mejor de los casos presentan un nivel de aislamiento de 450/750 V y siempre serán unipolares, lo que limita su campo de aplicación a su "instalación en conductos situados sobre superficies o empotrados, o en sistemas cerrados análogos".

Por otro lado, cuando se alude a los cables, se refiere siempre a conductores aislados con una cubierta adicional como, por ejemplo, los cables RETENAX o AFUMEX 1000 V, tanto unipolares como multipolares. La posibilidad de empleo de uno u otro tipo de cable lo determinará el Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión, de acuerdo con las características de la instalación.

## INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES EN INSTALACIONES EN EDIFICIOS

Como se puede observar, la tabla A.52-1 bis - Intensidades admisibles (en A) al aire (40 °C) de la norma UNE 20460-5-523 (nov. 2004), que se reproduce a continuación, presenta doce columnas entre las que, según cual sea el "tipo" de instalación al que se corresponda el "modo de instalación" adoptado, el número de conductores cargados del circuito y la naturaleza del aislamiento, se tomará la columna de cargas adecuada al caso que se trate.

Estas tablas se han confeccionado para las condiciones estándares de instalaciones al aire: un solo circuito a 40 °C de temperatura ambiente y temperaturas en el conductor de 70 °C para los aislamientos tipo termoplásticos, (PVC, poliolefinas Z1...) y de 90 °C para los termoestables, (XLPE, EPR, poliolefinas Z...).

Se observa que para instalaciones en el interior de edificios, no se distingue entre cables de tensión nominal 750 ó 1000 V, ya que las resistividades térmicas de ambos son comparables y sólo varían de manera notable cuando se compara un "conductor aislado", que sólo tiene aislamiento, y un "cable", que dispone de aislamiento y cubierta, extremo que ya se ha tenido en cuenta al definir la instalación "tipo". Por tanto, para una determinada instalación "tipo", lo que define la tabla de cargas a considerar será el número de conductores activos, dos en monofásico o tres en trifásico, y la naturaleza del material aislante del conductor, termoplástico (PVC o similar) o termoestable (XLPE o similar), que determina la temperatura máxima admisible en el conductor en régimen permanente.

Para elegir correctamente el tipo de cable en la tabla A.52 -1 bis tener en cuenta la siguiente división entre cables termoplásticos (PVC) y termoestables (XLPE):

El número 2 posterior a PVC o XLPE indica que en la instalación hay dos conductores activos (típicamente fase y neutro de instalaciones monofásicas, el conductor de protección no se considera activo).

El número 3 posterior a PVC o XLPE indica que en la instalación hay tres conductores activos (típicamente las 3 fases en suministros trifásicos. El neutro y el conductor de protección no se consideran activos normalmente en este tipo de instalaciones). Existe una consideración especial para neutros cargados por la influencia de los armónicos; este aspecto viene detallado en el anexo C de la UNE 20460-5-523 (nov. 2004).

PVC2 o PVC3 (termoplásticos) → 70 °C		XLPE2 o XLPE3 (termoestables) → 90 °C	
AFUMEX PLUS 750 V (AS)	H05Z1-K/H07Z1-K	AFUMEX PANELES FLEXIBLE (AS)	H07Z-K
AFUMEX DUO 750 V (AS)	H07Z1-K	AFUMEX PANELES RÍGIDO (AS)	H07Z-R
WIREPOL FLEXIBLE	H05V-K/H07V-K	AFUMEX 1000 V IRIS TECH (AS)	RZ1-K
WIREPOL RÍGIDO	H05V-U/H07V-U/H07V-R	AFUMEX MANDO 1000 V (AS)	RZ1-K
EUROFLAM ENERGÍA	VV-K	AFUMEX FIRS 1000 V (AS+)	SZ1-K/RZ1-K mica
WIREPOL GAS	H03VV-F/A05VV-F/H05VV-F	AFUMEX FIRS DETEC-SIGNAL (AS+)	S0Z1-K
EUROFLAM N	H05VV-F/ES05VV-F	AFUMEX MÚLTIPLE 1000 V (AS)	RZ1-K
DETEC-SIGNAL	V0V-K	AFUMEX O SIGNAL (AS)	RC4Z1-K
		AFUMEX EXPO (AS)	H07ZZ-F
		AFUMEX 1000 V VARINET K FLEX (AS)	RZ1KZ1-K
		AL AFUMEX 1000 V (AS)	AL RZ1
		AFUMEX 1000 V LUX (AS)	RZ1-K
		P-SUN SP	
		RETENAX FLEX IRIS TECH	RV-K
		RETENAX FLAM N	RV
		RETENAX FLAM M FLEX (RH)	RVMV-K
		RETENAX FLAM F	RVFV
		RETENAX FLAM VARINET K FLEX	RVKV-K
		FLEXTEME	H07RN-F/A07RN-F
		BUPRENO	DN-K
		SOLDA	H01N2-D
		DN-F BOMBAS SUMERGIDAS	DN-F BOMBAS SUMERGIDAS
		AL VOLTALENE FLAMEX (S)	AL XZ1
		AL POLIRRET	AL RZ
		POLIRRET FERIEIX	RZ



TABLA A. 52-1 bis:  
INTENSIDADES ADMISIBLES EN AMPERIOS AL AIRE (40 °C)

Número de conductores con carga y naturaleza del aislamiento													
A1			PVC3 70 °C	PVC2 70 °C		XLPE3 90 °C	XLPE2 90 °C						
A2		PVC3 70 °C	PVC2 70 °C		XLPE3 90 °C	XLPE2 90 °C							
B1					PVC3 70 °C	PVC2 70 °C		XLPE3 90 °C		XLPE2 90 °C			
B2				PVC3 70 °C	PVC2 70 °C		XLPE3 90 °C	XLPE2 90 °C					
C						PVC3 70 °C		PVC2 70 °C	XLPE3 90 °C		XLPE2 90 °C		
D*		VER SIGUIENTE TABLA											
E						PVC3 70 °C		PVC2 70 °C	XLPE3 90 °C		XLPE2 90 °C		
F							PVC3 70 °C		PVC2 70 °C	XLPE3 90 °C		XLPE2 90 °C	
Cobre	mm <sup>2</sup>	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	1,5	11	11,5	13	13,5	15	16	16,5	19	20	21	24	25
	2,5	15	16	17,5	18,5	21	22	23	26	26,5	29	33	34
	4	20	21	23	24	27	30	31	34	36	38	45	46
	6	25	27	30	32	36	37	40	44	46	49	57	59
	10	34	37	40	44	50	52	54	60	65	68	76	82
	16	45	49	54	59	66	70	73	81	87	91	105	110
	25	59	64	70	77	84	88	95	103	110	116	123	140
	35	72	77	86	96	104	110	119	127	137	144	154	174
	50	86	94	103	117	125	133	145	155	167	175	188	210
	70	109	118	130	149	160	171	185	199	214	224	244	269
	95	130	143	156	180	194	207	224	241	259	271	296	327
	120	150	164	188	208	225	240	260	280	301	314	348	380
	150	171	188	205	236	260	278	299	322	343	363	404	438
	185	194	213	233	268	297	317	341	368	391	415	464	500
	240	227	249	272	315	350	374	401	435	468	490	552	590
	300	259	285	311	349	396	423	461	516	547	640	674	713
Aluminio	2,5	11,5	12	13,5	14	16	17	18	20	20	22	25	-
	4	15	16	18,5	19	22	24	24	26,5	27,5	29	35	-
	6	20	21	24	25	28	30	31	33	36	38	45	-
	10	27	28	32	34	38	42	42	46	50	53	61	-
	16	36	38	42	46	51	56	57	63	66	70	83	82
	25	46	50	54	61	64	71	72	78	84	88	94	105
	35	-	61	67	75	78	88	89	97	104	109	117	130
	50	-	73	80	90	96	106	108	118	127	133	145	160
	70	-	-	-	116	122	136	139	151	162	170	187	206
	95	-	-	-	140	148	167	169	183	197	207	230	251
	120	-	-	-	162	171	193	196,5	213	228	239	269	293
	150	-	-	-	187	197	223	227	246	264	277	312	338
	185	-	-	-	212	225	236	259	281	301	316	359	388
	240	-	-	-	248	265	300	306	332	355	372	429	461
	300	-	-	-	285	313	343	383	400	429	462	494	558

NOTAS: Con fondo gris, figuran los valores que no se aplican en ningún caso. Los cables de aluminio no son termoplásticos (PVC2 o PVC3), ni suelen tener secciones inferiores a 16 (estos valores no son necesarios).

Los valores en cursiva no figuran en la tabla original. Han sido calculados con los criterios de la norma UNE 20460-5-523.

\* Método D

	Sección mm <sup>2</sup>	1,5	2,5	4	6	10	16	25	35	50	70	95	120	150	185	240	300
Cobre	PVC2	20,5(1)	27,5(1)	36(1)	44	59	76	98	118	140	173	205	233	264	296	342	387
	PVC3	17(1)	22,5(1)	29(1)	37	49	63	81	97	115	143	170	192	218	245	282	319
	XLPE2	24,5(1)	32,5(1)	42(1)	53	70	91	116	140	166	204	241	275	311	348	402	455
	XLPE3	21(1)	27,5(1)	35(1)	44	58	75	96	117	138	170	202	230	260	291	336	380
Aluminio	XLPE2						70	89	107	126	156	185	211	239	267	309	349
	XLPE3						58	74	90	107	132	157	178	201	226	261	295

(1) No permitido.



## FACTORES DE CORRECCIÓN

Cuando las condiciones de la instalación son distintas a las estándares tomadas como base para la confección de la tabla A.52-1bis: temperatura ambiente de 40 °C al aire o 25 °C enterrado, hay más de un circuito en la misma canalización, hay influencia de los armónicos o se alimenta a receptores concretos, se tomarán los factores de corrección que siguen.

NOTA: Con el objetivo de facilitar la utilización del catálogo, hemos incluido un icono en el margen derecho de las tablas para ayudar a la rápida localización de/los factor/es de corrección a emplear en los cálculos.

### FACTORES DE CORRECCIÓN POR TEMPERATURA

Ya se ha indicado anteriormente que, cuando la temperatura ambiente ( $\theta_a$ ) es distinta a los 40 °C, las intensidades de la tabla A.52-1 bis o de la tabla básica mencionada anteriormente se deberán multiplicar por un factor de corrección que tenga en cuenta el distinto salto térmico a utilizar en:  $I = \sqrt{(\Delta\theta/n \cdot R_E \cdot R_T)}$ . Fórmula que nos da la intensidad admisible en un conductor a partir de la ley de Ohm eléctrica y la “ley de Ohm térmica”.

Según la “ley de Ohm térmica” la potencia disipada en forma de calor en un cable:

$$\Delta\theta = P \cdot R_T \Rightarrow P = \frac{\Delta\theta}{R_T}$$

Según la ley de Ohm eléctrica, la potencia generada en forma de calor en un cable con n conductores activos:

$$P = n \cdot R_E \cdot I^2$$

Donde

$R_E$  representa la resistencia óhmica del cable [ $\Omega/m$ ];

$R_T$  la resistencia térmica del ambiente que le rodea [ $^{\circ}C \cdot m/W$ ];

$\Delta\theta$  es la diferencia de temperatura entre el conductor ( $T_c = 90^{\circ}C$ ) y el ambiente que le rodea,  $T_T$  [ $^{\circ}C$ ];

n es el número de conductores activos con carga en la línea (3 en el caso de circuitos trifásicos y 2 en monofásico).

Igualando los terminos tenemos la relación de I con la temperatura del ambiente.

$$\frac{\Delta\theta}{R_T} = n \cdot R_E \cdot I^2 \Rightarrow I = \sqrt{\frac{\Delta\theta}{n \cdot R_E \cdot R_T}}$$

Y con esta fórmula obtenemos el valor del coeficiente a aplicar según la temperatura del terreno.

$$I' = \sqrt{\frac{\Delta\theta'}{n \cdot R_E \cdot R_T}} \Rightarrow \frac{I'}{I} = \frac{\sqrt{\frac{\Delta\theta'}{n \cdot R_E \cdot R_T}}}{\sqrt{\frac{\Delta\theta}{n \cdot R_E \cdot R_T}}} \Rightarrow \frac{I'}{I} \approx \frac{\sqrt{\Delta\theta'}}{\sqrt{\Delta\theta}}$$

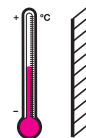
$$I' = K \cdot I \begin{cases} \text{Termoplásticos} & K = \sqrt{\frac{70 - \theta_a}{70 - 40}} \\ \text{Termoestables} & K = \sqrt{\frac{90 - \theta_a}{90 - 40}} \end{cases}$$

Por tanto, este factor de corrección por temperatura valdrá, en el caso de cables con aislamiento termoplástico tipo PVC (soportan 70 °C en régimen permanente):  $K = \sqrt{[(70 - \theta_a)/30]}$  y en los de aislamiento termoestable tipo XLPE o EPR (soportan 90 °C en régimen permanente):  $K = \sqrt{[(90 - \theta_a)/50]}$ .

Sobre la base de estas expresiones se han obtenido los factores de corrección que se indican a continuación:

TABLA 52-D1:

Aislamiento	Temperatura ambiente ( $\theta_a$ ) (°C)										
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Tipo PVC (termoplástico)	1,40	1,34	1,29	1,22	1,15	1,08	1,00	0,91	0,82	0,70	0,57
Tipo XLPE o EPR (termoestable)	1,26	1,23	1,19	1,14	1,10	1,05	1,00	0,96	0,90	0,83	0,78

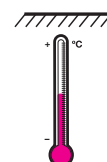


Luego, cuando la temperatura ambiente sea inferior a 40 °C, la mejor refrigeración de los cables les permitirá transportar corrientes superiores. Recíprocamente, temperaturas ambiente más elevadas deben corresponderse con corrientes más reducidas. Esto es especialmente importante cuando en canalizaciones antiguas se añaden nuevos circuitos a los ya existentes. Si no se tiene en cuenta la mayor temperatura ambiente que suponen estos nuevos cables y se reduce la carga de los circuitos antiguos se pueden producir sobrecalentamientos peligrosos para la instalación. En estos casos hay que recalcular las intensidades de cada circuito teniendo en cuenta el agrupamiento final resultante.

TABLA 52-D2:

#### FACTORES DE CORRECCIÓN DE LA INTENSIDAD ADMISIBLE PARA TEMPERATURAS AMBIENTE DEL TERRENO DIFERENTES DE 25 °C A APLICAR PARA CABLES (EN CONDUCTOS ENTERRADOS)

Aislamiento	Temperatura del terreno ( $\theta_g$ ) (°C)														
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80
Tipo PVC (termoplástico)	1,16	1,11	1,06	1,00	0,94	0,88	0,81	0,75	0,66	0,58	0,47	-	-	-	-
Tipo XLPE o EPR (termoestable)	1,11	1,08	1,05	1,00	0,97	0,93	0,86	0,83	0,79	0,74	0,68	0,62	0,55	0,48	0,39



#### FACTORES DE CORRECCIÓN POR RESISTIVIDAD DEL TERRENO

Una importante novedad de la nueva versión de la UNE 20460-5-523 es considerar la resistividad estándar del terreno de 2,5 K·m/W frente a 1 K·m/W (referencia anterior), lo que supone una drástica reducción de las intensidades admisibles en cables enterrados en instalaciones interiores o receptoras (las que no son redes de distribución) frente al método que se venía utilizando hasta ahora proveniente de la ITC-BT- 07 que a su vez ha sido redactada basándose en la UNE 20435.

TABLA 52-D3:

#### FACTORES DE CORRECCIÓN DE LA INTENSIDAD ADMISIBLE PARA CABLES (EN CONDUCTOS ENTERRADOS) EN TERRENOS DE RESISTIVIDAD DIFERENTE DE 2,5 K·m / W

Resistividad térmica K·m / W	1	1,5	2	2,5	3
Factor de corrección	1,18	1,1	1,05	1	0,96



#### FACTORES DE CORRECCIÓN POR AGRUPAMIENTO

El calentamiento mutuo de los cables, cuando varios circuitos coinciden en la misma canalización, obliga a considerar un factor de corrección adicional para tener en cuenta la mayor dificultad para disipar el calor generado, ya que esta situación equivale a una mayor temperatura ambiente.

Por esta razón, la Norma UNE 20-460-5-523 incluye la tabla A.52-3 en la que se reseñan los factores de corrección a considerar cuando en una canalización se encuentran juntos varios circuitos o varios cables multiconductores. Estos factores deben utilizarse para modificar las intensidades indicadas en la tabla A.52-1 bis o en la tabla básica simplificada antes citada.

TABLA A. 52-3:

Punto	Disposición	Número de circuitos o cables multiconductores									
		1	2	3	4	6	9	12	16	20	
1	Empotrados, embutidos (dentro de un mismo tubo, canal o conducto o grapados sobre una superficie al aire)	1,0	0,80	0,70	0,70	0,55	0,50	0,45	0,40	0,40	
2	Capa única sobre los muros o los suelos o bandejas no perforadas	1,00	0,85	0,80	0,75	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	
3	Capa única en el techo	0,95	0,80	0,70	0,70	0,65	0,60	0,60	0,60	0,60	
4	Capa única sobre bandejas perforadas horizontales o verticales	1,0	0,90	0,80	0,75	0,75	0,70	0,70	0,70	0,70	
5	Capa única sobre escaleras de cables, abrazaderas, etc.	1,0	0,85	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	0,80	



Cuando los cables vayan dispuestos en varias capas superpuestas, los valores para tales disposiciones deben ser sensiblemente inferiores y han de determinarse por un método adecuado (ver apartado K).

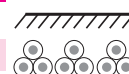
Con el objetivo de ayudar a la hora de aplicar esta tabla o de facilitar factores de corrección de agrupamientos que no se incluyen expresamente en la UNE 20460-5-523 (nov. 2004) recomendamos consultar el apartado K de éste catálogo.

Las tablas 52-E4 y 52-E5 contienen factores de corrección más concretos para diferentes agrupaciones de cables en bandejas, escaleras de cables y similares.

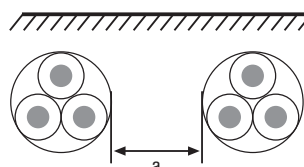
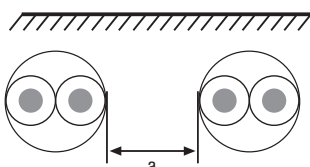
Para agrupamientos de cables enterrados tenemos los siguientes factores:

**TABLA 52-E2:**  
**FACTORES DE CORRECCIÓN POR AGRUPAMIENTO DE VARIOS CIRCUITOS, CABLES DIRECTAMENTE ENTERRADOS (MÉTODO D)**

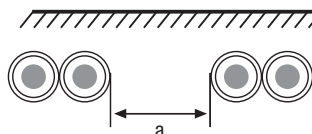
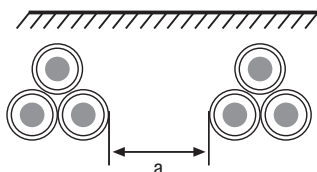
Números de circuitos	Distancia entre cables (a)				
	Nula (cables en contacto)	Un diámetro de cable	0,125 m	0,25 m	0,5 m
2	0,75	0,80	0,85	0,90	0,90
3	0,65	0,70	0,75	0,80	0,85
4	0,60	0,60	0,70	0,75	0,80
5	0,55	0,55	0,65	0,70	0,80
6	0,50	0,55	0,60	0,70	0,80



• Cables multiconductores

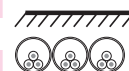


• Cables unipolares

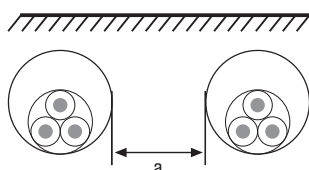


**TABLA 52-E3:**  
**A - CABLES MULTICONDUCTORES EN CONDUCTOS ENTERRADOS (MÉTODO D) O CABLES UNIPOLARES EN UN SOLO CONDUCTO**

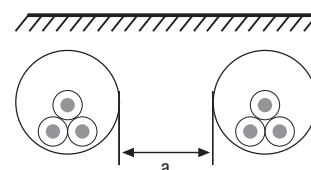
Número de cables multiconductores o de grupos de 2 o 3 cables unipolares (un circuito por conducto)	Distancia entre conductos (a)			
	Nula (conductos en contacto)	0,25 m	0,5 m	1,0 m
2	0,85	0,90	0,95	0,95
3	0,75	0,85	0,90	0,95
4	0,70	0,80	0,85	0,90
5	0,65	0,80	0,85	0,90
6	0,60	0,80	0,80	0,90



• Cables multiconductores



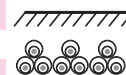
• Cables unipolares



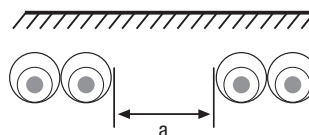
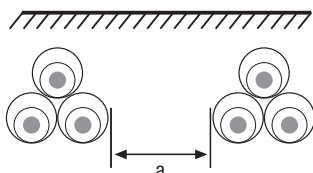
Consideramos suficiente seguridad utilizar éstos valores para circuitos con cables unipolares enterrados bajo tubo o conducto (la norma omite éste frecuente caso).

## B - CABLES UNIPOLARES, UN CABLE POR CONDUCTO

Número de circuitos con dos o tres cables unipolares	Distancia entre conductos (a)			
	Nula (conductos en contacto)	0,25 m	0,5 m	1,0 m
2	0,80	0,90	0,90	0,95
3	0,70	0,80	0,85	0,90
4	0,65	0,75	0,80	0,90
5	0,60	0,70	0,80	0,90
6	0,60	0,70	0,80	0,90



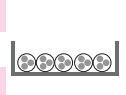
## • Cables unipolares



\* NOTA: Los valores indicados en estas tablas 52-E2 y 52-E3 se aplican para una profundidad de 0,7 m y una resistividad térmica del terreno de 2,5 K-m/W.

**TABLA 52-E4:**  
**FACTORES DE REDUCCIÓN POR AGRUPAMIENTO PARA VARIOS CABLES MULTICONDUCTORES (NOTA 1) A APLICAR A LOS VALORES PARA CABLES MULTICONDUCTORES INSTALADOS AL AIRE (MÉTODO E)**

Método de instalación de la tabla 52-B2		Número de bandejas	Número de cables						
			1	2	3	4	6	9	
Bandejas perforadas (nota 3) (Instalación referencia 31)	Cables en contacto	1	1,00	0,88	0,82	0,79	0,76	0,73	
		2	1,00	0,87	0,80	0,77	0,73	0,68	
		3	1,00	0,86	0,79	0,76	0,71	0,66	
	Cables separados	1	1,00	1,00	0,98	0,95	0,91	—	
		2	1,00	0,99	0,96	0,92	0,87	—	
		3	1,00	0,98	0,95	0,91	0,85	—	
Bandejas verticales perforadas (nota 4) (Instalación referencia 31)	Cables en contacto	1	1,00	0,88	0,82	0,78	0,73	0,72	
		2	1,00	0,88	0,81	0,76	0,71	0,70	
	Cables separados	1	1,00	0,91	0,89	0,88	0,87	—	
		2	1,00	0,91	0,88	0,87	0,85	—	
		3	1,00	0,87	0,82	0,80	0,79	0,78	
		2	1,00	0,86	0,80	0,78	0,76	0,73	
Escaleras de cables, abrazaderas, etc. (nota 3) (Instalaciones referencia 32, 33 y 34)	Cables en contacto	3	1,00	0,85	0,79	0,76	0,73	0,70	
		1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	—	
		2	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96	—	
	Cables separados	3	1,00	0,98	0,97	0,96	0,93	—	
		1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	—	
		2	1,00	0,99	0,98	0,97	0,96	—	



**TABLA 52-E5:**  
**FACTORES DE REDUCCIÓN POR AGRUPAMIENTO PARA VARIOS CABLES UNIPOLARES AL AIRE (MÉTODO F)**

Método de instalación de la tabla 52-B2		Número de bandejas	Número de circuitos trifásicos (nota 2)		
			1	2	3
Bandejas perforadas (nota 3) (Instalación referencia 31)	Cables en contacto (1 capa)	1	0,98	0,91	0,87
		2	0,96	0,87	0,81
		3	0,95	0,85	0,78
Bandejas perforadas verticales (nota 4) (Instalación referencia 31)	Cables en contacto (1 capa)	1	0,96	0,86	–
		2	0,95	0,84	–
Escaleras de cables, abrazaderas, etc. (nota 3) (Instalaciones referencia 32, 33 y 34)	Cables en contacto (1 capa)	1	1,00	0,97	0,96
		2	0,98	0,93	0,89
		3	0,97	0,90	0,86
Bandejas perforadas (nota 3) (Instalación referencia 31)	Circuitos separados al menos dos veces el D del cable (tresbolillo)	1	1,00	0,98	0,96
		2	0,97	0,93	0,89
		3	0,96	0,92	0,86
Bandejas perforadas verticales (nota 4) (Instalación referencia 31)	Circuitos separados al menos dos veces el D del cable (tresbolillo)	1	1,00	0,91	0,89
		2	1,00	0,90	0,86
Escaleras de cables, abrazaderas, etc. (nota 3) (Instalaciones referencia 32, 33 y 34)	Circuitos separados al menos dos veces el D del cable (tresbolillo)	1	1,00	1,00	1,00
		2	0,97	0,95	0,93
		3	0,96	0,94	0,94

NOTA 1: Los factores se aplican a capas únicas de cables (o triángulos) pero no pueden aplicarse a cables dispuestos en varias capas en contacto. Los valores para tales disposiciones pueden ser sensiblemente inferiores y deben ser determinados por un método apropiado (ver apartado K, pto.1).

NOTA 2: Para circuitos que incluyen varios cables en paralelo por fase conviene que cada grupo de tres conductores sea considerado como un circuito para la aplicación de esta tabla.

NOTA 3: Los valores están indicados para una distancia vertical entre bandejas de 300 mm. Para distancias más pequeñas, conviene reducir los factores.

NOTA 4: Los valores están indicados para una distancia horizontal entre bandejas de 225 mm, con las bandejas montadas espalda contra espalda y al menos a 20 mm entre la bandeja y el muro. Para distancias más pequeñas, conviene reducir los factores.

## EFFECTOS DE LAS CORRIENTES ARMÓNICAS

Se deberá aplicar método adecuado cuando la incidencia de las corrientes armónicas sea significativa (ver anexo C en la norma UNE 20460-5-523 (2004)).

## FACTORES DE CORRECCIÓN POR TIPO DE RECEPTOR O DE INSTALACIÓN

**Locales con riesgo de incendio o explosión:** “La intensidad admisible en los conductores deberá disminuirse en un 15 % respecto al valor correspondiente a una instalación convencional.” (ITC-BT 29, pto. 9.1., 6º párrafo).

**Instalaciones generadoras de baja tensión:** “Los cables de conexión deberán estar dimensionados para una intensidad no inferior al 125 % de la máxima intensidad del generador” (ITC-BT 40, pto. 5).

“Para **receptores con lámparas de descarga**, la carga mínima prevista en voltiamperios será de 1,8 veces la potencia en vatios de las lámparas.” “...será aceptable un coeficiente diferente para el cálculo de la sección de los conductores, siempre y cuando el factor de potencia de cada receptor sea mayor o igual a 0,9 y si se conoce la carga que supone cada uno de los elementos asociados a las lámparas y las corrientes de arranque, que tanto éstas como aquéllos puedan producir. En este caso, el coeficiente será el que resulte.” (ITC-BT 44 pto. 3.1, 4º párrafo).

“Los conductores de conexión que alimentan a **un solo motor** deben estar dimensionados para una intensidad del 125 % de la intensidad a plena carga del motor.

En los **motores de rotor devanado**, los conductores que conectan el rotor con el dispositivo de arranque –conductores secundarios– deben estar dimensionados, asimismo, para el 125 % de la intensidad a plena carga del rotor. Si el **motor** es **para servicio intermitente**, los conductores secundarios pueden ser de menor sección según el tiempo de funcionamiento continuado, pero en ningún caso tendrán una sección inferior a la que corresponde al 85 % de la intensidad a plena carga del rotor.” (ITC-BT 47, pto. 3.1).

“Los conductores de conexión que alimentan a **varios motores**, deben estar dimensionados para una intensidad no inferior a la suma del 125 % de la intensidad a plena carga del motor de mayor potencia, más la intensidad a plena carga de todos los demás.” (ITC-BT 47, pto. 3.2).

“En los motores de **ascensores, grúas y aparatos de elevación en general**, tanto de corriente continua como de alterna, se computarán como intensidad normal a plena carga... la necesaria para elevar las cargas fijadas como normales a la velocidad de régimen una vez pasado el período de arranque, multiplicada por el coeficiente 1,3.” (ITC-BT 47, pto. 6, 5º párrafo).

NOTA: Para caídas de tensión e intensidades de cortocircuito ver apartados E y F.



## B) REDES AÉREAS PARA DISTRIBUCIÓN O ALUMBRADO EXTERIOR EN BAJA TENSIÓN

### INTRODUCCIÓN

Los cables adecuados para estas instalaciones, deberán ser de una tensión nominal de 0,6/1 kV, aislados y cubiertos con materiales poliméricos termoestables adecuados para soportar la acción de la intemperie, de acuerdo con las especificaciones de la norma UNE 21030 (AL POLIRRET, POLIRRET FERIEX) con una sección adecuada a la corriente que deban transportar y capaces de soportar, en el caso de redes tensadas autoportantes, la tracción mecánica de tensado.

En el caso de utilizar cables de tensiones nominales inferiores, se les considerará como si se tratara de conductores desnudos y se deberán adoptar las precauciones de instalación y servicio adecuadas a este tipo de material.

Estos cables, de tensión nominal 0,6/1 kV, se podrán instalar como:

- Cables posados directamente sobre los muros mediante abrazaderas sólidamente fijadas a los mismos y resistentes a la acción de la intemperie, o sobre cualquier otro soporte que les proporcione análoga robustez.
- Cables tensados.

Los cables con neutro fiador podrán ir tensados entre piezas especiales colocadas sobre apoyos, fachadas o muros, con una tensión mecánica adecuada, sin considerar a estos efectos el aislamiento, como elemento resistente. Para el resto de los cables tensados se utilizarán cables fiadores de acero galvanizado, cuya resistencia a la rotura será, como mínimo, de 800 daN, y a los que se fijarán mediante abrazaderas u otros dispositivos apropiados los conductores aislados.

La sección mínima será la de 16 mm<sup>2</sup> en los cables de aluminio y de 10 mm<sup>2</sup> en los de cobre para redes de distribución aéreas. En el caso de redes aéreas, de alumbrado exterior, la sección mínima será de 4 mm<sup>2</sup> en cobre.

Los tipos de cable a utilizar en función del modo de tendido serán:

#### – Redes tensadas:

- autoportantes con neutro fiador de ALMELEC:  
AL POLIRRET (con fiador incorporado)
- sin fiador (necesario instalar fiador de acero adicional):  
AL POLIRRET (sin fiador)  
POLIRRET FERIEX

#### – Redes posadas:

AL POLIRRET (no necesario fiador)  
POLIRRET FERIEX

Las características dimensionales, eléctricas y mecánicas de todos estos cables podrán obtenerse en las páginas correspondientes.

### INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES

En las tablas que siguen figuran las intensidades máximas admisibles en régimen permanente para los cables objeto de este apartado, en condiciones normales de instalación. Se definen como condiciones normales de instalación las que corresponden a un solo cable, instalado al aire libre y a una temperatura de 40 °C. Para otras condiciones distintas se aplicarán los factores de corrección definidos en los apartados correspondientes.

NOTA: Reproducimos a continuación como tabla B.0 las intensidades admisibles para redes de distribución según UNE 211435 (la nueva norma de referencia para circuitos de distribución). Esta norma ha anulado y sustituido a la anterior UNE 20435, por lo que la citada tabla B.0 contiene los valores a aplicar. Seguimos reproduciendo el resto de tablas del criterio anterior (desde B.1 hasta B.5) por contener detalles sobre coeficientes de corrección que no aparecen en la UNE 211435 para redes aéreas de distribución y por ser reciente el cambio de norma.



**PRIMERA OPCIÓN (NUEVA UNE 211435)**

**TABLA B.0 (CRITERIO UNE 211435):**  
**CABLES AÉREOS DE DISTRIBUCIÓN TIPO RZ DE 0,6/1 kV**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto				
Sección mm <sup>2</sup>	Tres conductores cargados		Dos conductores cargados	
	Protegidos del sol	Expuestos al sol	Protegidos del sol	Expuestos al sol
<b>ALUMINIO</b>				
16	64	56	78	72
25	90	76	105	95
50	135	115	160	145
95	215	185	—	—
150	300	250	—	—
<b>COBRE</b>				
2,5	—	—	32	31
4	35	31	42	40
6	45	39	54	52
10	62	54	76	70
16	84	72	100	94

Temperatura del aire ambiente en °C 40

Radiación solar en kW/m<sup>2</sup> 1

**SEGUNDA OPCIÓN (REBT Y ANTIGUA UNE 20435)**

**TABLA B.1 - CABLES DE ALUMINIO TRENZADOS CON FIADOR DE ALMELEC, PARA REDES AÉREAS TENSADAS (AL POLIRRET)**

Número de conductores por sección (en mm <sup>2</sup> )	Intensidad máxima (A) (red tensada)
1 x 25 Al/54,6 Alm	110
1 x 50 Al/54,6 Alm	165
3 x 25 Al / 29,5 Alm	100
3 x 50 Al / 29,5 Alm	150
3 x 95 Al/54,6 Alm	230
3 x 150 Al/80 Alm	305

**TABLA B.2 - CABLES DE ALUMINIO TRENZADOS SIN FIADOR PARA REDES AÉREAS POSADAS, O TENSADAS CON FIADOR DE ACERO (AL POLIRRET)**

Número de conductores x sección (en mm <sup>2</sup> )	Intensidad máxima (A)	
	Posados sobre fachadas	Tendidos con fiador de acero (red tensada)
2 x 16 Al	73	81
2 x 25 Al	101	109
4 x 16 Al	67	72
4 x 25 Al	90	97
4 x 50 Al	133	144
3 x 95/50 Al	207	223
3 x 150/95 Al	277	301




**TABLA B.3 - CABLES DE COBRE TRENZADOS SIN NEUTRO FIADOR PARA REDES AÉREAS POSADAS, O TENSADAS CON FIADOR DE ACERO (POLIRRET FERIEIX)**

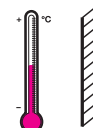
Número de conductores por sección (en mm <sup>2</sup> )		Intensidad máxima (A)	
		Posados sobre fachadas	Tendidos con fiador de acero (red tensada)
2 x 4 o 3 G 4	Cu	45	50
2 x 6	Cu	57	63
2 x 10	Cu	77	85
4 x 4 o 5 G 4	Cu	37	41
4 x 6 o 5 G 6	Cu	47	52
4 x 10 o 5 G 10	Cu	65	72
4 x 16 o 5 G 16	Cu	86	95
4 x 25	Cu	120	132

### FACTORES DE CORRECCIÓN (VÁLIDOS PARA LA PRIMERA Y SEGUNDA OPCIÓN)

Los factores que figuran a continuación se pueden considerar válidos para las dos opciones (UNE 211435 o REBT y antigua UNE 20435). En lo que se refiere a la corrección por temperatura ambiente, los valores son coincidentes en ambas normas. En lo que a coeficientes de corrección por agrupamiento se refiere la nueva UNE 211435 no tiene tabla específica para agrupamiento de cables trenzados RZ por lo que se puede aplicar la tabla B.5, procedente del REBT, ITC-BT 06.

**TABLA B.4 - FACTOR DE CORRECCIÓN PARA TEMPERATURA AMBIENTE DISTINTA DE 40 °C**

Temperatura ambiente (θ <sub>a</sub> ) (en °C)										
10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
1,27	1,22	1,18	1,14	1,10	1,05	1	0,95	0,90	0,84	0,77



Este factor de corrección se obtiene de la siguiente expresión:

$$F = \sqrt{[(90 - \theta_a)/50]}$$

En el caso de que los cables estén expuestos directamente al sol, se aplicará además un factor 0,9.

En la tabla que sigue se dan los factores de corrección a aplicar en los agrupamientos de varios circuitos constituidos por cables unipolares o multipolares, de acuerdo con el tipo de instalación.

Para redes aéreas tensadas o posadas, se aplicarán los siguientes factores de corrección:

**TABLA B.5 - FACTOR DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES EN REDES TENSADAS O POSADAS**

Número de cables	1	2	3	4	6	Más de 6
Factor de corrección	1,00	0,89	0,80	0,75	0,75	0,70



Cuando se empleen varios conductores por fase se deberá utilizar un factor de corrección no inferior a 0,9 (UNE 20435 apdo. 3.1.2.3).

NOTA: Para caídas de tensión e intensidades de cortocircuito ver apartados E y F.

## C) REDES SUBTERRÁNEAS PARA DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN (CRITERIO DE LA NUEVA NORMA UNE 211435)

Las redes subterráneas para distribución según el REBT deben realizarse siguiendo las indicaciones de la ITC-BT 07 cuyo contenido está basado en la UNE 20435, norma que ha sido anulada y sustituida por la UNE 211435 (diciembre 2007). Nos encontramos por tanto ante la situación de un contenido reglamentario que está anulado por la aparición de una nueva norma. Hemos decidido, no obstante, incluir en el apartado C bis todo lo que dice el REBT (basado en la anulada UNE 20435) y priorizar este apartado en el que tratamos el contenido de la norma nueva en vigor.




Los cables a utilizar y las modalidades de instalación siguen siendo los citados al comienzo del apartado C bis, nos centraremos en las tablas de carga máxima admisible y sus coeficientes de corrección.

### INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES

Para cables de Cu tipo RV (Retenax Flam, Retenax Flex, Retenax Flam armados) o Al XZ1(S) (Al Voltalene Flamex) de 0,6/1 kV las intensidades admisibles en función del sistema de instalación están recogidas en la siguiente tabla:

**TABLA A.1 (UNE 211435):**

**CABLES DE DISTRIBUCIÓN TIPO RV O AL XZ1(S) DE 0,6/1 kV (CABLES SOTERRADOS Y CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)**

Intensidad máxima admisible en A Aislamiento de XLPE. Conductor de Cu o de Al Cables en triángulo en contacto			
Sección mm <sup>2</sup>	Directamente soterrados (1) 	En tubular soterrada (2) 	Al aire, protegido del sol (1) 
<b>ALUMINIO</b>			
25	95	82	88
50	135	115	125
95	200	175	200
150	260	230	290
240	340	305	390
<b>COBRE</b>			
25	125	105	115
50	185	155	185
95	260	225	285
150	340	300	390
240	445	400	540

Temperatura del terreno en °C 25  
 Temperatura del aire ambiente en °C 40  
 Resistencia térmica del terreno en K·m/W 1,5  
 Profundidad de soterramiento en m 0,7

(1) Tres cables unipolares al tresbolillo.

(2) Tres cables unipolares en la misma tubular.

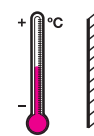
Obsérvese que ahora el estándar considerado para la resistividad térmica del terreno es 1,5 K·m/W en lugar de 1 K·m/W de la UNE 20435 lo que supone una reducción de las intensidades admisibles en canalizaciones soterradas.

### FACTORES DE CORRECCIÓN

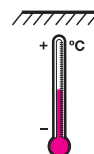
Si la temperatura ambiente difiere del estándar (40 °C para instalaciones al aire en galerías y 25 °C para instalaciones enterradas) tenemos los siguientes valores a aplicar a las intensidades de la tabla anterior:

**TABLA A.6 (UNE 211435):**  
**FACTORES DE CORRECCIÓN PARA DISTINTAS TEMPERATURAS (CABLES EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS Y CABLES SOTERRADOS)**

Temperatura máxima del conductor °C	Temperatura del aire ambiente en cables en galerías, °C								
	20	25	30	35	40	45	50	55	60
90*	1,18	1,14	1,10	1,05	1,00	0,95	0,89	0,84	0,77
105	1,14	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83



Temperatura máxima del conductor °C	Temperatura del terreno en cables soterrados, °C								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
90*	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78
105	1,09	1,06	1,03	1,00	0,97	0,94	0,90	0,87	0,83

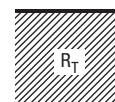


\* Los cables para redes subterráneas de distribución (Retenax Flam, Retenax Flex, Retenax Flam armados y Al Voltalene Flamex) soportan un máximo de 90 °C en el conductor en régimen permanente.

Cuando la resistividad térmica del terreno sea distinta de 1,5 K·m/W y la instalación sea entubada debemos tener en cuenta los siguientes factores:

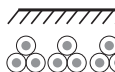
**TABLA A.7 (UNE 211435):**  
**FACTORES DE CORRECCIÓN PARA RESISTIVIDAD TÉRMICA DEL TERRENO DISTINTA DE 1,5 K·m/W (CABLES SOTERRADOS)**

Cables instalados en tubos soterrados. Un circuito por tubo							
Sección del conductor mm²	Resistividad del terreno						
	0,8 K·m/W	0,9 K·m/W	1 K·m/W	1,5 K·m/W	2 K·m/W	2,5 K·m/W	3 K·m/W
25	1,12	1,10	1,08	1,00	0,93	0,88	0,83
35	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,88	0,83
50	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,83
70	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82
95	1,14	1,12	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82
120	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
150	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
185	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
240	1,15	1,12	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81
300	1,15	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81
400	1,16	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81



Si los cables van directamente enterrados tenemos:

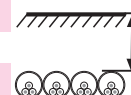
Cables directamente soterrados en triángulo en contacto							
Sección del conductor mm²	Resistividad del terreno						
	0,8 K·m/W	0,9 K·m/W	1 K·m/W	1,5 K·m/W	2 K·m/W	2,5 K·m/W	3 K·m/W
25	1,25	1,20	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
35	1,25	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
50	1,26	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,74
70	1,27	1,22	1,17	1,00	0,89	0,81	0,74
95	1,28	1,22	1,18	1,00	0,89	0,80	0,74
120	1,28	1,22	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
150	1,28	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
185	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
240	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,73
300	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,80	0,73
400	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,79	0,73



Para tener en cuenta el efecto de la profundidad de enterramiento de la instalación:

**TABLA A.8 (UNE 211435):**  
**FACTORES DE CORRECCIÓN PARA DISTINTAS PROFUNDIDADES DE SOTERRAMIENTO (CABLES SOTERRADOS)**

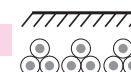
Cables de 0,6/1 kV		
Profundidad, m	Soterrados	En tubular
0,50	1,04	1,03
0,60	1,02	1,01
0,70	1,00	1,00
0,80	0,99	0,99
1,00	0,97	0,97
1,25	0,95	0,96
1,50	0,93	0,95
1,75	0,92	0,94
2,00	0,91	0,93
2,50	0,89	0,91
3,00	0,88	0,90



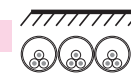
Coefficientes de corrección por agrupamiento para instalaciones enterradas:

**TABLA A.9.2 (UNE 211435):**  
**FACTORES DE CORRECCIÓN PARA AGRUPAMIENTO DE CABLES DE 0,6 /1 kV (CABLES SOTERRADOS)**

Circuitos de cables unipolares en triángulo en contacto Grupos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Cables <u>directamente soterrados</u> - Distancias entre grupos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,82	0,88	0,92	0,94	0,96
3	0,71	0,79	0,84	0,88	0,91
4	0,64	0,74	0,81	0,85	0,89
5	0,59	0,70	0,78	0,83	0,87
6	0,56	0,67	0,76	0,82	0,86
7	0,53	0,65	0,74	0,80	0,85
8	0,51	0,63	0,73	0,80	—
9	0,49	0,62	0,72	0,79	—
10	0,48	0,61	0,71	—	—



Circuitos en <u>tubulares soterradas</u> Tubos dispuestos en un plano horizontal					
Circuitos agrupados	Distancias entre tubos en mm				
	Contacto	200	400	600	800
2	0,87	0,90	0,94	0,96	0,97
3	0,77	0,82	0,87	0,90	0,93
4	0,71	0,77	0,84	0,88	0,91
5	0,67	0,74	0,81	0,86	0,89
6	0,64	0,71	0,79	0,85	0,88
7	0,61	0,69	0,78	0,84	—
8	0,59	0,67	0,77	0,83	—
9	0,57	0,66	0,76	0,82	—
10	0,56	0,65	0,75	—	—

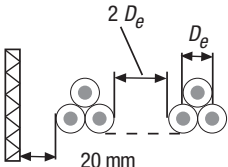
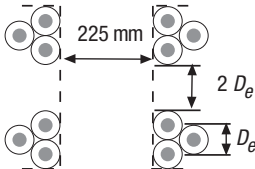
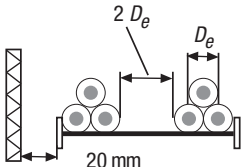


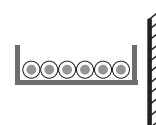
Para las instalaciones en galerías, tenemos la siguiente tabla para agrupamiento de cables:

**TABLA A.10 (UNE 211435):**

**FACTORES DE CORRECCIÓN POR AGRUPAMIENTO DE CABLES AL AIRE LIBRE O EN GALERÍAS (GALERÍAS SUBTERRÁNEAS) (Véase nota 2)**

Se aplican a la capacidad de carga en un circuito al aire libre.

Método de instalación		Número de bandejas	Número de circuitos trifásicos			
			1	2	3	
Bandejas perforadas (nota 3)	Separados		1	1,00	0,98	0,96
		2	0,97	0,93	0,89	
		3	0,96	0,92	0,86	
Bandejas perforadas verticales (nota 4)	Separados		1	1,00	0,91	0,89
		2	1,00	0,90	0,86	
Bridas, soportes, ménsulas (nota 3)	Separados		1	1,00	1,00	1,00
		2	0,97	0,95	0,93	
		3	0,96	0,94	0,90	



NOTA 1: Los valores son la media para los tipos de cables y la gama de secciones consideradas. La dispersión de los valores es inferior al 5% en general.

NOTA 2: Los factores se aplican a cables en capas separadas, o en cables en triángulo en capas separadas. No se aplican si los cables se instalan en varias capas en contacto. En este caso los factores pueden ser sensiblemente inferiores. (Ver punto 1 apartado K).

NOTA 3: Los valores están previstos para una separación entre las bandejas verticales de 300 mm. Para espacios inferiores hay que reducir los factores.

NOTA 4: Los valores están previstos para una separación de las bandejas horizontales de 225 mm con las bandejas montadas de espalda a espalda. Si la separación es menor hay que reducir los factores.

NOTA 5: Para circuitos que tengan más de un cable en paralelo por fase, conviene considerar cada conjunto de tres cables como un circuito en el sentido de aplicación de esta tabla.

## C bis) REDES SUBTERRÁNEAS PARA DISTRIBUCIÓN O ALUMBRADO EXTERIOR EN BAJA TENSIÓN (CRITERIO DEL REBT BASADO EN LA ANTIGUA UNE 20435)

La ITC-BT 07 del REBT indica cómo se deben realizar las redes subterráneas para distribución basándose en el contenido de la norma UNE 20435 que ha sido anulada y sustituida por la UNE 211435 (dic. 2007). En este apartado C bis, continuamos ofreciendo el contenido del REBT y por tanto el de la extinguida UNE 20435. En el apartado C se pueden encontrar las nuevas tablas y criterios para hacer cálculos en base a la norma que hay en vigor actualmente (UNE 211435).

Este tipo de redes puede adoptar las modalidades de:

- Directamente enterrados.
- Enterrados en el interior de tubos.
- En galerías, visitables o no, en bandejas, soportes, con los cables dispuestos sobre palomillas, o directamente sujetos a la pared.

Los tipos de cable de más frecuente utilización son:

- Redes de distribución (subterráneas).  
AL VOLTALENE FLAMEX (S)
- Redes de alumbrado exterior (subterráneas)  
RETENAX FLEX IRIS TECH  
RETENAX FLAM N  
RETENAX FLAM F  
RETENAX FLAM M

Las características particulares de todos estos tipos de cables, se pueden encontrar en las correspondientes páginas de este catálogo.

NOTA: Para instalaciones enterradas que no sean redes de distribución o de alumbrado ver apartado A.

## CABLES DIRECTAMENTE ENTERRADOS O ENTERRADOS BAJO TUBO (CABLES SOTERRADOS)

### INTRODUCCIÓN

Los cables adecuados para este modo de instalación podrán ser con conductores de cobre o de aluminio, de tensión nominal 0,6/1 kV, aislados con materiales poliméricos termoestables (XLPE, EPR o similar), de acuerdo con lo especificado en la norma UNE HD 603.

Podrán ser de uno o más conductores y su sección será la adecuada a las intensidades a transportar, de acuerdo con la norma UNE 20435, con las caídas de tensión previstas reglamentariamente. La sección en cualquier caso no será inferior a 6 mm<sup>2</sup> para conductores de cobre y a 16 mm<sup>2</sup> para los de aluminio.

El tipo de protección, armadura o revestimiento exterior del cable, vendrá determinado por las condiciones de instalación, fundamentalmente por los esfuerzos que deba soportar el cable durante el tendido o en el servicio posterior (roedores, instalaciones clasificadas, etc.).

Por otro lado, dependiendo del número de conductores con que se haga la distribución, la sección mínima del neutro deberá ser:

- Con dos o tres conductores, igual a la de los conductores de fase
- Con cuatro conductores, la sección del neutro será, como mínimo la que se indica en la tabla que sigue

TABLA C.1

Conductores de fase (en mm <sup>2</sup> )	Sección del neutro (en mm <sup>2</sup> )	Conductores de fase (en mm <sup>2</sup> )	Sección del neutro (en mm <sup>2</sup> )
6	6	95	50
10	10	120	70
16 (Cu)	10 (Cu)	150	70
16 (Al)	16 (Al)	185	95
25	16	240	120
35	16	300	150
50	25	400	185
70	35	500	240

#### Nota

La sección reducida del neutro sólo es admisible para circuitos bien equilibrados y exentos de armónicos. En caso contrario la sección del neutro debería ser igual a la de los conductores de fase o incluso superior.

En cuanto a la intensidad máxima permanente admisible en los conductores, de acuerdo con lo especificado en la norma UNE 20435, dependerá de:

- La profundidad de la instalación.
- La resistividad térmica y naturaleza del terreno.
- Temperatura máxima del terreno a la profundidad de instalación.
- La proximidad de otros cables que transporten energía.
- La longitud de las canalizaciones dentro de tubos: número y agrupamiento de éstos, separación entre ellos y material que los constituya.

Las tablas de carga que siguen se han previsto para las siguientes condiciones "tipo" de la instalación:

Un cable tripolar o tres unipolares trabajando con corriente alterna, enterrados en toda su longitud en una zanja de 70 cm de profundidad, en un terreno de resistividad media de 1 K·m/W y temperatura ambiente de 25 °C o un cable bipolar, o un par de cables unipolares.

Recordamos una vez más que, no se consideran activos los conductores de protección (tierra) ni los neutros (salvo la influencia de los armónicos en éstos últimos). Por ello hablamos siempre de cables tripolares o ternas de unipolares (trifásica) o cables bipolares o 2 cables unipolares (monofásica).

## INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES (CABLES SOTERRADOS)





Intensidad máxima admisible, en amperios, para cables con conductores de aluminio de los tipos **AL AFUMEX 1000 V (AS)** y **AL VOLTALENE FLAMEX (S)** (aislamiento tipo A), **BUPRENO** (aislamiento tipo B) directamente enterrados (para instalaciones bajo tubo ver también el siguiente apartado de factores de corrección).

**TABLA C.2 - CONDUCTORES DE ALUMINIO**

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Terna de cables unipolares		1 cable tripolar		2 cables unipolares		1 cable bipolar	
	Tipo de aislamiento							
	A	B	A	B	A	B	A	B
Aluminio								
16	97	94	90	86	118	115	110	105
25	125	120	115	110	153	147	140	134
35	150	145	140	135	183	177	171	165
50	180	175	165	160	219	214	202	196
70	220	215	205	200	269	263	251	245
95	260	255	240	235	318	312	294	287
120	295	290	275	270	361	355	336	330
150	330	325	310	305	404	398	379	373
185	375	365	350	345	459	447	428	422
240	430	420	405	395	526	514	496	483
300	485	475	460	445	594	581	563	545
400	550	540	520	500	673	661	637	612

Intensidad máxima admisible, en amperios, para cables con conductores de cobre de los tipos **AFUMEX 1000 V (AS)** **IRISTECH** y **RETENAX** (aislamiento tipo A), **BUPRENO** (aislamiento tipo B) directamente enterrados (para instalaciones bajo tubo ver también el siguiente apartado de factores de corrección).

**TABLA C.3 - CONDUCTORES DE COBRE**

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Terna de cables unipolares 		1 cable tripolar 		2 cables unipolares 		1 cable bipolar 	
	Tipo de aislamiento							
	A	B	A	B	A	B	A	B
Cobre								
6	72	70	66	64	88	85	90	78
10	96	94	88	85	117	115	107	104
16	125	120	115	110	153	147	140	134
25	160	155	150	140	196	189	183	171
35	190	185	180	175	232	226	220	214
50	230	225	215	205	281	275	263	251
70	280	270	260	250	343	330	318	306
95	335	325	310	305	410	398	374	373
120	380	375	355	350	465	459	434	428
150	425	415	400	390	520	508	490	477
185	480	470	450	440	588	575	551	539
240	550	540	520	505	673	661	637	618
300	620	610	590	565	759	747	722	692
400	705	690	665	645	863	845	814	79

Se advierte que cuando la carga no esté equilibrada, con diferencias superiores al 10% entre las fases, o se prevea la presencia de armónicos en la red, fundamentalmente el tercer armónico, puede ser necesario aumentar la sección del conductor neutro hasta garantizar un calentamiento adecuado de este conductor.

En el supuesto de que las condiciones reales de la instalación sean distintas a las consideradas para la “instalación tipo”, los valores de las intensidades indicados en las tablas anteriores deberán modificarse para que, en ningún caso, las temperaturas alcanzadas por los conductores excedan las establecidas para estos tipos de cables en servicio permanente (90 °C).

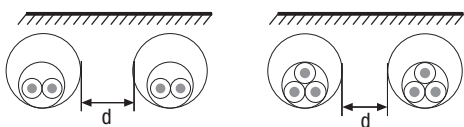
## FACTORES DE CORRECCIÓN (CABLES SOTERRADOS)

### CANALIZACIONES ENTUBADAS (CABLES SOTERRADOS)

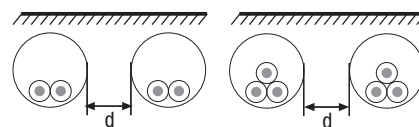
#### a) Canalizaciones entubadas

Si se trata de un cable trifásico, o una terna de cables unipolares, o bipolar, o un par de cables unipolares en el interior de un mismo tubo, se aplicará un factor de corrección de 0,8.

##### • Cables multiconductores

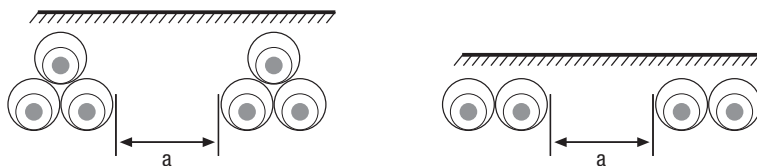


##### • Cables unipolares



Si cada cable unipolar va por un tubo distinto, se aplicará un factor de corrección de 0,9. En este caso, los tubos no deberán ser de hierro, para evitar pérdidas magnéticas.

##### • Cables unipolares



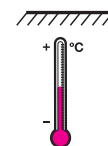
#### b) Canalizaciones bajo tubo de corta longitud

Se consideran de corta longitud, aquellas canalizaciones que tienen menos de 15 metros. En este caso, si el tubo se rellena con aglomerados de baja resistencia térmica (bentonita, etc), no será necesario aplicar ningún factor de corrección.

Si la temperatura del terreno es distinta a 25 °C, se aplicarán los factores de corrección de la tabla siguiente.

**TABLA C.4 - FACTOR DE CORRECCIÓN F, PARA TEMPERATURAS DEL TERRENO DISTINTAS DE 25 °C (CABLES SOTERRADOS)**

Temperatura máxima en el conductor ( $\theta_s$ ) (en °C)	Temperatura del terreno ( $\theta_t$ ) (en °C)								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
90	1,11	1,07	1,04	1	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78



El factor de corrección para otras temperaturas del terreno, distintas de las de la tabla, será (ver en apartado A el punto “Factores de corrección por temperatura”):

$$F = \sqrt{[(90 - \theta_t) / 65]}$$

Si la conductividad térmica del terreno es distinta a 1 K • m / W, se aplicarán los siguientes factores de corrección:

**TABLA C.5 - FACTOR DE CORRECCIÓN PARA UNA RESISTIVIDAD TÉRMICA DEL TERRENO DISTINTA DE 1 K • m / W (CABLES SOTERRADOS)**

cable	Tipo de Resistividad térmica del terreno (en K • m / W)										
	0,80	0,85	0,90	1	1,10	1,20	1,40	1,65	2,00	2,50	2,80
Unipolar	1,09	1,06	1,04	1	0,96	0,93	0,87	0,81	0,75	0,68	0,66
Tripolar	1,07	1,05	1,03	1	0,97	0,94	0,89	0,84	0,78	0,71	0,69

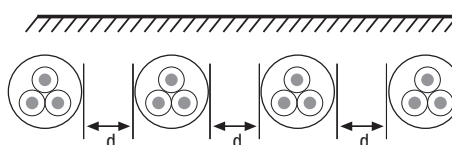
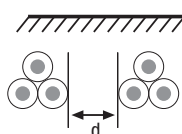
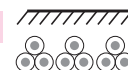




Si en una misma zanja coinciden varios circuitos distintos, el calentamiento mutuo modificará las condiciones "tipo", por lo que se deberán considerar los factores de corrección que siguen:

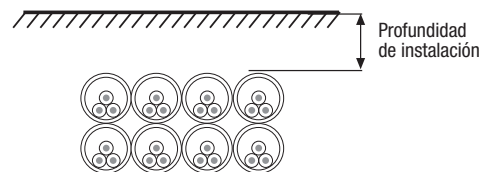
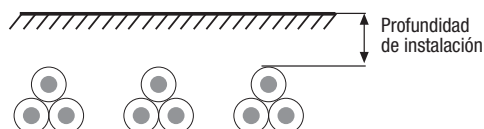
**TABLA C.6 - FACTOR DE CORRECCIÓN PARA AGRUPACIONES DE VARIOS CABLES TRIFÁSICOS O TERNAS DE CABLES UNIPOLARES ENTERRADOS EN LA MISMA ZANJA (CABLES SOTERRADOS)**

Separación entre cables o ternas	Número de cables o ternas en la zanja							
	2	3	4	5	6	8	10	12
En contacto	0,80	0,70	0,64	0,60	0,56	0,53	0,50	0,47
d = 0,07 m	0,85	0,75	0,68	0,64	0,60	0,56	0,53	0,50
d = 0,10 m	0,85	0,76	0,69	0,65	0,62	0,58	0,55	0,53
d = 0,15 m	0,87	0,77	0,72	0,68	0,66	0,62	0,59	0,57
d = 0,20 m	0,88	0,79	0,74	0,70	0,68	0,64	0,62	0,60
d = 0,25 m	0,89	0,80	0,76	0,72	0,70	0,66	0,64	0,62

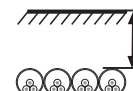


**TABLA C.7 - FACTOR DE CORRECCIÓN PARA DIFERENTES PROFUNDIDADES DE TENDIDO (CABLES SOTERRADOS)**

Si la profundidad a la que está enterrado el cable es distinta a 70 cm, se considerará el factor de corrección correspondiente:



Profundidad (en metros)	0,40	0,50	0,60	0,70	0,80	0,90	1,00	1,20
Factor de corrección	1,03	1,02	1,01	1	0,99	0,98	0,97	0,95



## CABLES INSTALADOS EN GALERÍAS SUBTERRÁNEAS

### INTRODUCCIÓN

Este modo de instalación no es exactamente una instalación subterránea, pues tanto en las galerías visitables como en las zanjas o canales revisables se deberá haber previsto una eficaz renovación del aire, que permita una buena disipación del calor generado por las pérdidas en el cable, de tal manera, que la temperatura ambiente no supere los 40 °C.

Según los casos, los cables irán dispuestos en bandejas, soportes, palomillas, o directamente sujetos a la pared mediante abrazaderas u otros dispositivos que proporcionen a la instalación una adecuada seguridad, en particular para soportar los esfuerzos electrodinámicos producidos en un eventual cortocircuito.

## INTENSIDADES MÁXIMAS ADMISIBLES (GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)

Las intensidades admisibles y los factores de corrección a considerar, se han tomado de la norma UNE 20435, para el supuesto de instalaciones al aire en las condiciones "tipo" siguientes:

Un cable trifásico o monofásico, o una terna o un par de cables unipolares agrupados en contacto, con una colocación tal que permitan una eficaz renovación del aire, siendo la temperatura ambiente de 40 °C.

Intensidades máximas admisibles, en amperios en servicio permanente, para cables de Cu de los tipos **AFUMEX 1000 V (AS)** **IRISTECH** y **RETENAX** (aislamiento tipo A), **BUPRENO** (aislamiento tipo B), instalados al aire o cables de Al tipo **AL AFUMEX (AS)** y **AL VOLTALENE FLAMEX (S)** (aislamiento tipo B).

TABLA C.8

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Conductores de aluminio				Conductores de cobre			
	3 cables unipolares 		1 cable trifásico 		3 cables unipolares 		1 cable trifásico 	
	Tipo de aislamiento							
	A	B	A	B	A	B	A	B
6	—	—	—	—	46	45	44	43
10	—	—	—	—	64	62	61	60
16	67	65	64	63	86	83	82	80
25	93	90	85	82	120	115	110	105
35	115	110	105	100	145	140	135	130
50	140	135	130	125	180	175	165	160
70	180	175	165	155	230	225	210	200
95	220	215	205	195	285	280	260	250
120	260	255	235	225	335	325	300	290
150	300	290	275	260	385	375	350	335
185	350	345	315	300	450	440	400	385
240	420	400	370	360	535	515	475	460
300	480	465	425	405	615	595	545	520
400	560	545	505	475	720	700	645	610

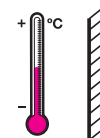
Para el caso de dos cables unipolares o un cable bipolar, multiplicar por 1,225 la intensidad correspondiente a tres cables unipolares o un cable tripolar. 1,225 procede de  $\sqrt{(3/2)}$  (ver desarrollo en apartado A punto "Factores de corrección por temperatura").

## FACTORES DE CORRECCIÓN

En el caso de que la temperatura ambiente fuera distinta de 40 °C, se aplicaría el factor de corrección correspondiente, tomado de la tabla que sigue.

TABLA C.9 - FACTOR DE CORRECCIÓN F PARA TEMPERATURA AMBIENTE DISTINTA DE 40 °C (GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)

Temperatura de servicio ( $\theta_S$ ) (en °C)	Temperatura ambiente ( $\theta_A$ ) (en °C)										
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
90	1,27	1,22	1,18	1,14	1,10	1,05	1	0,95	0,90	0,84	0,77



El factor de corrección para otras temperaturas del ambiente, distintas de las tabuladas, será:

$$F = \sqrt{[(90 - \theta_A)/50]}$$

En las tablas que siguen se dan los factores de corrección a aplicar en los agrupamientos de varios circuitos constituidos por cables unipolares o multipolares, de acuerdo con el tipo de instalación.

TABLA C.10 - FACTOR DE CORRECCIÓN PARA AGRUPACIONES DE VARIOS CIRCUITOS DE CABLES UNIPOLARES (GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)

Tipo de instalación	Nº de circuitos trifásicos (2)				A utilizar para (1)
	Nº de bandejas	1	2	3	
Bandejas perforadas en horizontal cables en contacto (3)	1	0,95	0,90	0,85	Tres cables en capa horizontal
	2	0,95	0,85	0,80	
	3	0,90	0,85	0,80	
Bandejas perforadas en vertical cables en contacto (4)	1	0,95	0,85	-	Tres cables en capa vertical
	2	0,90	0,85	-	
Bandejas escalera soporte, etc. cables en contacto (3)	1	1,00	0,95	0,95	Tres cables en capa horizontal
	2	0,95	0,90	0,90	
	3	0,95	0,90	0,85	
Bandejas perforadas (3)	1	1,00	1,00	0,95	Tres cables dispuestos en trébol (⊗)
	2	0,95	0,95	0,90	
	3	0,95	0,90	0,85	
Bandejas perforadas verticales (4)	1	1,00	0,90	0,90	(sep. entre circuitos 2 De) De = Ø ext. cable unipolar
	2	1,00	0,90	0,85	
Bandejas escalera, soporte, etc. (3)	1	1,00	1,00	1,00	
	2	0,95	0,95	0,95	
	3	0,95	0,95	0,90	

## NOTAS:

- (1) Incluye, además, el conductor neutro, si existe.
- (2) Para circuitos con varios cables en paralelo, por fase, a los efectos de aplicación de esta tabla, cada grupo de tres conductores se considera como un circuito.
- (3) Los valores están indicados para una distancia vertical entre bandejas de 300 mm. Para distancias más pequeñas habrá que reducir los factores.
- (4) Los valores están indicados para una distancia horizontal entre bandejas de 225 mm, estando las bandejas montadas dorso con dorso. Para distancias más pequeñas habrá que reducir los factores.

TABLA C.11 - FACTOR DE CORRECCIÓN PARA AGRUPACIONES DE VARIOS CABLES TRIFÁSICOS (GALERÍAS SUBTERRÁNEAS)

Tipo de instalación	Nº de bandejas	Nº de circuitos trifásicos (2)					
		1	2	3	4	6	9
Bandejas perforadas, cables en contacto (2)	1	1,00	0,90	0,80	0,80	0,75	0,75
	2	1,00	0,85	0,80	0,75	0,75	0,70
	3	1,00	0,85	0,80	0,75	0,70	0,65
Bandejas perforadas, cables espaciados (2)*	1	1,00	1,00	1,00	0,95	0,90	-
	2	1,00	1,00	0,95	0,90	0,85	-
	3	1,00	1,00	0,95	0,90	0,85	-
Bandejas verticales perforadas, cables en contacto (3)	1	1,00	0,90	0,80	0,75	0,75	0,70
	2	1,00	0,90	0,80	0,75	0,70	0,70
Bandejas verticales perforadas, cables espaciados 1 De (3)*	1	1,00	0,90	0,90	0,90	0,85	-
	2	1,00	0,90	0,90	0,85	0,85	-
Bandejas escalera soporte etc. cables en contacto (2)	1	1,00	0,85	0,80	0,80	0,80	0,80
	2	1,00	0,85	0,80	0,80	0,75	0,75
	3	1,00	0,85	0,80	0,75	0,75	0,70
Bandejas escalera soporte etc. cables espaciados 1 De (2)*	1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	-
	2	1,00	1,00	1,00	0,95	0,95	-
	3	1,00	1,00	0,95	0,95	0,75	-

## NOTAS:

- (1) incluye, además, el conductor neutro, si existiese.
- (2) Los valores están indicados para una distancia vertical entre bandejas de 300 mm. Para distancias menores, se reducirán los factores de corrección.
- (3) Los valores están indicados para una distancia horizontal entre bandejas de 225 mm, estando las bandejas montadas dorso con dorso.
- Para distancias más pequeñas se reducirán los factores de corrección.

\* Espaciado mayor o igual al diámetro exterior del cable.

NOTA: Para caídas de tensión e intensidades de cortocircuito ver apartados E y F.

## D) CÁLCULO DE LA INTENSIDAD DE CORRIENTE

Para obtener las intensidades de corriente podemos aplicar las siguientes fórmulas:

Monofásica

$$I = \frac{P}{U \cdot \cos\phi}$$

$$I = \frac{S}{U}$$

Trifásica

$$I = \frac{P}{\sqrt{3} \cdot U \cdot \cos\phi}$$

$$I = \frac{S}{\sqrt{3} \cdot U}$$

Donde:

- I: intensidad de corriente de línea en A
- P: potencia activa en W
- U: tensión fase neutro (monofásica) o entre fases (trifásica) en V
- $\cos\phi$
- S: potencia aparente en VA

Una vez obtenida la intensidad de corriente para obtener la sección de conductor necesaria para nuestra instalación debemos considerar los coeficientes de corrección propios (agrupamiento de circuitos, temperatura ambiente...) y seguir la metodología explicada en el apartado A para instalaciones de enlace e instalaciones interiores o receptoras. Para redes de distribución y de alumbrado aéreas, apartado B y para redes de distribución y alumbrado subterráneas, apartado C.

Para ilustrar el método de cálculo, hemos incluido varios ejemplos en el apartado G que recomendamos leer.

## E) CÁLCULO DE LA SECCIÓN POR CAÍDA DE TENSIÓN

### FORMULARIO

Para calcular la sección de un cable por el criterio de la caída de tensión es conveniente tener en cuenta el efecto de la reactancia, cuya influencia es significativa, especialmente cuando el resultado es una sección elevada (por ejemplo  $S > 120 \text{ mm}^2$ ).

Se pueden considerar las siguientes fórmulas de cálculo de caída de tensión teniendo en cuenta el efecto de la reactancia:

Monofásica

Trifásica

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos\varphi}{\gamma \cdot (\Delta U - 2 \cdot 10^{-3} \cdot x \cdot L \cdot I \cdot \sin\varphi)}$$

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos\varphi}{\gamma \cdot (\Delta U - 1,732 \cdot 10^{-3} \cdot x \cdot L \cdot I \cdot \sin\varphi)}$$

Donde:

- S = sección del conductor en  $\text{mm}^2$
- $\cos\varphi$  = coseno del ángulo  $\varphi$  entre la tensión y la intensidad
- L = longitud de la línea en metros
- I = intensidad de corriente en A
- $\gamma$  = conductividad del conductor en  $\text{m}/(\Omega \cdot \text{mm}^2)$
- $\Delta U$  = caída de tensión máxima admisible en V
- x = reactancia de la línea en  $\Omega/\text{km}$

Si en nuestros cálculos despreciáramos el valor de la reactancia ( $x = 0$ ) las expresiones se simplifican y quedan de la siguiente forma:

Monofásica ( $x = 0$ )

Trifásica ( $x = 0$ )

$$S = \frac{2 \cdot L \cdot I \cdot \cos\varphi}{\gamma \cdot \Delta U}$$

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot \cos\varphi}{\gamma \cdot \Delta U}$$

... en función de la potencia

... en función de la potencia

$$S = \frac{2 \cdot P \cdot L}{\gamma \cdot \Delta U \cdot U}$$

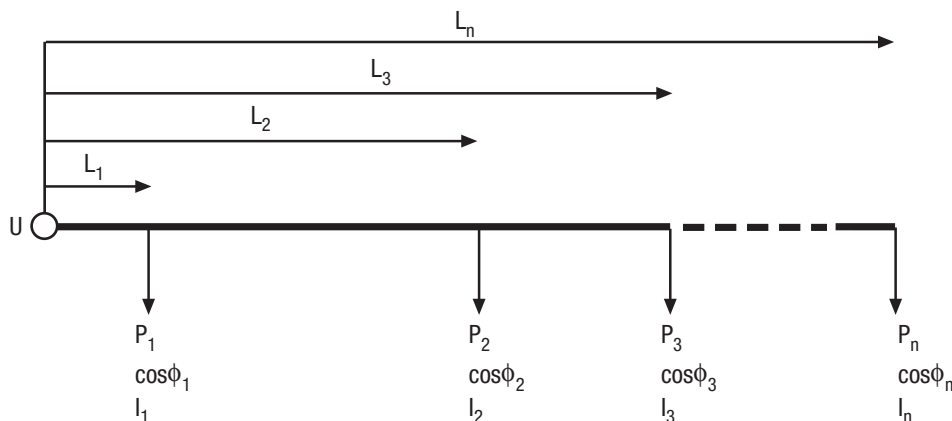
$$S = \frac{P \cdot L}{\gamma \cdot \Delta U \cdot U}$$

- P = potencia en W
- U = tensión de la línea en V

Las expresiones últimas son prácticas cuando no se dispone del  $\cos\varphi$  como ocurre en numerosas ocasiones.

NOTA: no parece haber uniformidad de criterio a la hora de considerar el efecto de la reactancia (x) y su valor para el cálculo de la caída de tensión. (Ver apartado J, punto 6). Para redes de distribución, ver especificaciones de la empresa suministradora de electricidad.

En el caso de líneas con receptores repartidos a diferentes distancias alimentados con cable de sección uniforme tenemos:



Monofásica

$$S = \frac{2 \cdot \sum_{i=1}^n L_i \cdot I_i \cdot \cos \varphi_i}{\gamma \cdot (\Delta U - 2 \cdot 10^{-3} \cdot x \cdot \sum_{i=1}^n L_i \cdot I_i \cdot \sin \varphi_i)}$$

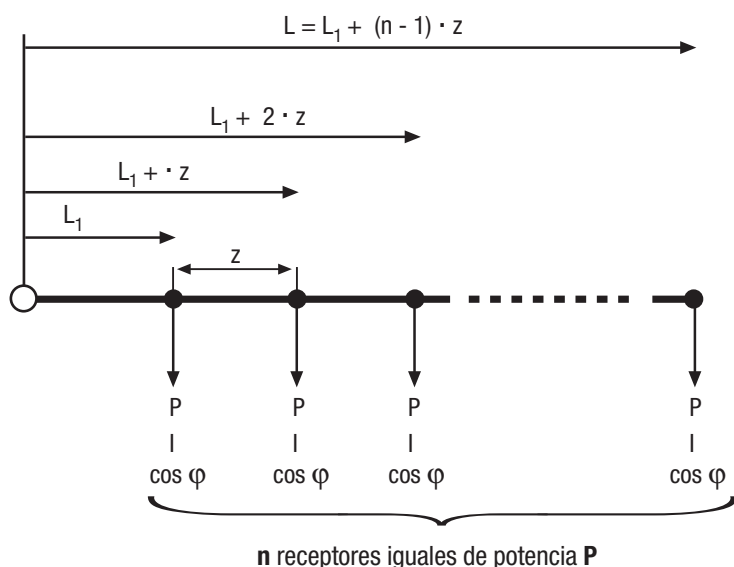
Trifásica

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot \sum_{i=1}^n L_i \cdot I_i \cdot \cos \varphi_i}{\gamma \cdot (\Delta U - 1,732 \cdot 10^{-3} \cdot x \cdot \sum_{i=1}^n L_i \cdot I_i \cdot \sin \varphi_i)}$$

Donde:

- S = sección del conductor en mm<sup>2</sup>
- $\cos \varphi_i$  = coseno de  $\varphi$  del receptor i
- $L_i$  = longitud de la línea en metros hasta el receptor i
- $I_i$  = intensidad de corriente en A del receptor i
- $\gamma$  = conductividad del conductor en m/( $\Omega \cdot \text{mm}^2$ )
- $\Delta U$  = caída de tensión máxima admisible en V (al final de la línea)
- x = reactancia de la línea en  $\Omega/\text{km}$

Y particularizando el caso anterior para n receptores iguales repartidos uniformemente (caso frecuente de líneas para iluminación):



Monofásica

$$S = \frac{2 \cdot I \cdot \cos \varphi \cdot n \cdot \left( \frac{L + L_1}{2} \right)}{\gamma \cdot (\Delta U - 2 \cdot 10^{-3} \cdot x \cdot I \cdot \sin \varphi \cdot n \cdot \left( \frac{L + L_1}{2} \right))}$$

Trifásica

$$S = \frac{\sqrt{3} \cdot I \cdot \cos \varphi \cdot n \cdot \left( \frac{L + L_1}{2} \right)}{\gamma \cdot (\Delta U - 1,732 \cdot 10^{-3} \cdot x \cdot I \cdot \sin \varphi \cdot n \cdot \left( \frac{L + L_1}{2} \right))}$$

Siendo:

- S = sección del conductor en mm<sup>2</sup>
- I = intensidad de corriente en A
- $\cos \varphi$  = de  $\varphi$  de los receptores (todos iguales)
- n = número de receptores (idénticos)
- L = longitud total de la línea en metros
- $L_1$  = distancia a la que está situado el primer receptor en m
- $\gamma$  = conductividad del conductor en m/( $\Omega \cdot \text{mm}^2$ )
- $\Delta U$  = caída de tensión máxima admisible al final de la línea en V
- x = reactancia de la línea en  $\Omega/\text{km}$

Los valores de  $\gamma$  a considerar se encuentran en la tabla siguiente:

TABLA E.1.

Material	$\gamma_{20}$	$\gamma_{70}$	$\gamma_{90}$
Cobre	56	47,6	44
Aluminio	35	29	27,3
Temperatura	20 °C	70 °C	90 °C

NOTA: Ejemplos en apartado N

Los cables termoplásticos (ver apartado J, punto 3) soportan 70 °C en régimen permanente y por tanto en ausencia de cálculo real de la temperatura del conductor debe considerarse la conductividad del conductor a 70 °C que como se puede ver es significativamente distinta de la que tenemos a 20 °C y que en muchas ocasiones se aplica por error.

Igualmente los cables termoestables (ver apartado J, punto 3) soportan hasta 90 °C en régimen permanente y a esa temperatura debemos considerar el conductor de nuestra instalación ( $\gamma = 44$  para Cu,  $\gamma = 28$  para Al). Se trata de considerar las condiciones más desfavorables salvo que se decida calcular la temperatura a la que realmente se encuentra el conductor. No hay que olvidar que los conductores no permanecen a 20 °C en las instalaciones pues al margen de la temperatura ambiente en la que se encuentran se calientan por efecto Joule y podríamos llegar a errores del 28 % si consideráramos la conductividad ( $\gamma$ ) a 20 °C.

Si quisiéramos obtener valores de la conductividad ( $\gamma$ ) a cualquier temperatura ( $\theta$ )...

$$\gamma_{\theta} = 1 / \rho_{\theta}$$

$$\rho_{\theta} = \rho_{20} [1 + \alpha (\theta - 20)]$$

Donde:

- $\rho_{\theta}$  resistividad del conductor a la temperatura  $\theta$  en  $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$ .
- $\rho_{20}$  resistividad del conductor a 20 °C en  $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$  (= 1/56 para Cu y 1/35 para Al).
- $\alpha$  coeficiente de variación de resistencia específica por temperatura del conductor en  $^{\circ}\text{C}^{-1}$  (0,00392 para Cu y 0,00403 para Al).

Y para obtener  $\theta$ ...

$$\theta = \theta_0 + (\theta_{\text{máx}} - \theta_0) \cdot (I / I_{\text{máx}})^2$$

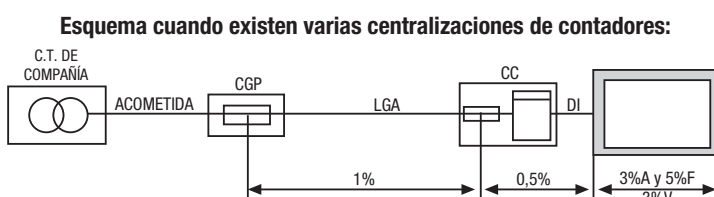
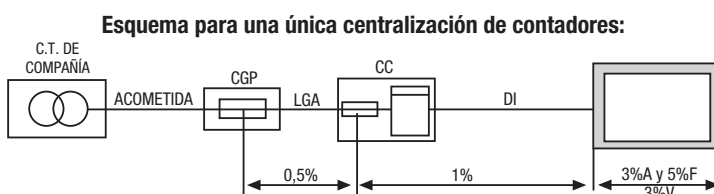
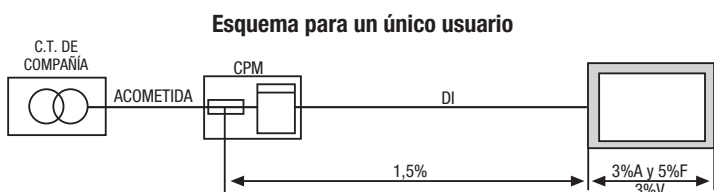
Donde:

- $\theta$ : temperatura real estimada en el conductor.
- $\theta_0$ : temperatura ambiente del conductor sin carga.
- $\theta_{\text{máx}}$ : temperatura máxima admisible para el conductor según su tipo de aislamiento (70 °C para aislamientos termoplásticos y 90 °C para aislamientos termoestables).
- $I$ : intensidad prevista para el conductor.
- $I_{\text{máx}}$ : intensidad máxima admisible para el conductor en las condiciones en que se encuentra instalado.

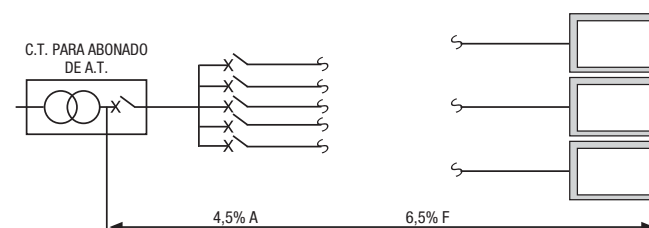
Se recomienda ver el ejemplo del apartado K punto 7.

## CAÍDAS DE TENSIÓN MÁXIMAS ADMISIBLES EN % SEGÚN EL REGLAMENTO PARA BAJA TENSIÓN

Esquemas resumen de las caídas de tensión admisibles en instalaciones de enlace e instalaciones interiores o receptoras según el vigente Reglamento Electrotécnico para Baja Tensión. (ITC-BT 19, apdo. 2.2.2)



**Esquema de una instalación industrial que se alimenta directamente en alta tensión mediante un transformador de distribución propio**



Legenda:

- A: Circuitos de alumbrado
- F: Circuitos de fuerza
- V: Circuitos interiores de viviendas
- CPM: Caja de protección y medida
- CGP: Caja general de protección
- CC: Centralización de contadores
- LGA: Línea general de alimentación
- DI: Derivación individual

Caída de tensión en instalaciones a muy baja tensión:

“Para las instalaciones de alumbrado, la caída de tensión entre la fuente de energía y los puntos de utilización no será superior al 5%.” (ITC-BT 36, pto. 2.2., último párrafo).

Caída de tensión en instalaciones generadoras de baja tensión:

“...la caída de tensión entre el generador y el punto de interconexión a la Red de Distribución Pública o a la instalación interior, no será superior al 1,5 %, para la intensidad nominal.” (ITC-BT 40 pto. 5).

Caídas de tensión en redes de distribución:

La caída de tensión admisible en las redes de distribución viene reflejada en el artículo 104 del Real Decreto que regula las actividades de transporte, distribución, comercialización y autorización de instalaciones de energía eléctrica (R.D. 1955/2000) y en cuyo punto 3 podemos leer: "Los límites máximos de variación de la tensión de alimentación a los consumidores finales serán de  $\pm 7\%$  de la tensión de alimentación declarada." Es decir la tensión a medir en el comienzo de la instalación de enlace (caja general de protección, bases tripolares verticales, caja de protección y medida...) debe permanecer en los límites del  $\pm 7\%$ .

Por ejemplo para suministros monofásicos a 230 V la medida debe estar entre los valores de 213,9 V y 246,1 V y para suministros trifásicos a 400 V entre 372 y 428 V.

Se recomienda consultar especificaciones particulares de la empresa suministradora de electricidad que corresponda en cada caso.

## TABLAS DE CAÍDAS DE TENSIÓN

A continuación tenemos algunas tablas de cálculo rápido. Para determinar la caída de tensión, en V, se multiplicará el coeficiente de la tabla por la corriente que recorre el cable, en A, y por la longitud de la línea en km. Los valores de la tabla se refieren a c.a. trifásica; para corriente monofásica pueden tomarse los mismos valores resultantes, multiplicados por 1,15, ( $\approx 2 / \sqrt{3}$ ).

Las tablas están calculadas considerando el efecto de las resistencias y de las reactancias con los conductores al tresbolillo.

Para cables termoestables (ver apartado J, punto 3) y considerando su máxima temperatura de régimen permanente ( $T_{\text{máx}} = 90^\circ\text{C}$ ;  $\gamma = 44$  para Cu y  $\gamma = 28$  para Al):

**TABLA E.2. COEFICIENTE PARA EL CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN (V/A·km) PARA CABLES TERMOESTABLES**

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Tres cables unipolares termoestables				Un cable tripolar termoestable			
	cos $\phi = 1$		cos $\phi = 0,8$		cos $\phi = 1$		cos $\phi = 0,8$	
	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
1,5	26,5	—	21,36	—	26,94	—	21,67	—
2,5	15,92	—	12,88	—	16,23	—	13,1	—
4	9,96	—	8,1	—	10,16	—	8,23	—
6	6,74	—	5,51	—	6,87	—	5,59	—
10	4	—	3,31	—	4,06	—	3,34	—
16	2,51	4,15	2,12	3,42	2,56	4,24	2,13	3,48
25	1,59	2,62	1,37	2,19	1,62	2,66	1,38	2,21
35	1,15	1,89	1,01	1,6	1,17	1,93	1,01	1,62
50	0,85	1,39	0,77	1,21	0,86	1,42	0,77	1,22
70	0,59	0,97	0,56	0,86	0,6	0,98	0,56	0,87
95	0,42	0,7	0,43	0,65	0,43	0,71	0,42	0,65
120	0,34	0,55	0,36	0,53	0,34	0,56	0,35	0,53
150	0,27	0,45	0,31	0,45	0,28	0,46	0,3	0,44
185	0,22	0,36	0,26	0,37	0,22	0,37	0,26	0,37
240	0,17	0,27	0,22	0,3	0,17	0,28	0,21	0,3
300	0,14	0,22	0,19	0,26	0,14	0,22	0,18	0,25
400	0,11	0,17	0,17	0,22	0,11	0,18	0,16	0,21



Para cables termoplásticos de Cu (ver apartado J, punto 3) y considerando su máxima temperatura de régimen permanente ( $T_{\text{máx}} = 70\text{ °C}$ ;  $\gamma = 48$  para Cu). (Es infrecuente encontrar en el mercado cables termoplásticos de Al):

**TABLA E.3. COEFICIENTE PARA EL CÁLCULO DE LA CAÍDA DE TENSIÓN (V/A·km) PARA CABLES TERMOPLÁSTICOS**

S mm <sup>2</sup>	Caída de tensión en V/A km (cables termoplásticos de Cu, sistema trifásico)	
	Cos $\varphi = 1$	Cos $\varphi = 0,8$
0,5	74,604	59,787
0,75	50,772	40,725
1	37,509	30,107
1,5	25,075	20,194
2,5	15,356	12,395
4	9,553	7,747
6	6,383	5,205
10	3,792	3,125
16	2,383	1,991
25	1,507	1,288
35	1,086	0,952
50	0,802	0,728
70	0,555	0,529
95	0,400	0,403
120	0,317	0,335
150	0,257	0,288
185	0,205	0,246
240	0,156	0,206

### EJEMPLOS DE APLICACIÓN DE LOS COEFICIENTES

1.- Línea trifásica de 150 m con cables unipolares de 1x240 Cu Afumex 1000 V Iris Tech (AS) de 1 x 6. Intensidad de corriente que recorre la línea, 428 A y cos  $\varphi = 0,8$ .

Los cables Afumex 1000 V Iris Tech (AS) son cables termoestables (90 °C) como dice en su ficha, por lo tanto ya sabemos que al tratarse de sistema trifásico con 3 cables unipolares el coeficiente a aplicar es 0,22 V/A·km en nuestro caso y la caída de tensión en la línea se calcula...

$$\Delta U = 428 \text{ A} \times 0,15 \text{ km} \times 0,22 \text{ V/A·km} = 14,124 \text{ V}$$

2.- Línea de corriente continua con longitud de 33 m realizada con cables Afumex Plus 750 V (AS). Intensidad de corriente que recorre la línea, 27 A.

Los cables Afumex Plus 750 V (AS) son de Cu y termoplásticos (70 °C). Por otro lado sabemos que para cálculos en corriente continua se procede igual que si fuera alterna monofásica de 50 o 60 Hz con cos  $\varphi = 1$ . Por tanto, ya tenemos nuestro coeficiente (6,383 V/A·km), y al tratarse de un cálculo como corriente monofásica debemos multiplicar además el valor obtenido de la tabla (válido para trifásica) por 1x15.

$$\Delta U = 27 \text{ A} \times 0,033 \text{ km} \times 6,383 \text{ V/A·km} \times 1,15 = 6,54 \text{ V}$$

# DISOLVENTE LIENER (para limpieza de cables y equipos eléctricos)

## APLICACIONES

Limpieza de cables previa a la confección de los accesorios.  
 Mantenimiento de cables y accesorios, transformadores y aparatos de conexión.  
 Desengrasado y limpieza general de los equipos eléctricos.  
 Elimina aceites, residuos de tierra, betún y alquitrán.  
 Disolvente y toallitas de alta resistencia, no suelta fibras.  
 Disolvente 100% volátil, ningún residuo.  
 Toxicidad y olor reducidos.  
 No inflamable.  
 Disolvente dieléctrico hasta 39 kV.

## CÓDIGOS DE PRODUCTO

Código	Descripción	Envasado
28951752	Disolvente limpiador LIENER B-1L	botella 1 litro
28951753	Disolvente limpiador LIENER S-1L	spray 1 litro
28951754	Disolvente limpiador LIENER C-250T	cubo de 250 toallitas
28951755	Disolvente limpiador LIENER P-24T	paquete 24 toallitas

Nota: Para cualquier duda o consulta contactar con nuestra red comercial.

# **CABLES PARA REDES SUBTERRÁNEAS Y AÉREAS**

# AL VOLTALENE FLAMEX (S)

Tensión nominal: **0,6/1 kV**Norma diseño: **HD 603-5X-1**Designación genérica: **AL XZ1 (S)**

## CARACTERÍSTICAS CABLE



No propagación de la llama  
UNE EN 60332-1-2



Baja emisión de humos opacos  
UNE EN 61034-2



Libre de halógenos  
UNE EN 50267-2-1



Nula emisión de gases corrosivos  
UNE EN 50267-2-2



Resistencia a la absorción de agua



Resistencia al frío



Resistencia a los rayos ultravioleta



Resistencia a los agentes químicos



Resistencia a las grasas y aceites



Resistencia a los golpes

## RESISTENTE A LOS ACEITES, ÁCIDOS Y ALCALIS

- Norma constructiva: UNE-HD 603-5X-1 (aplica a las secciones que proceda), IEC-60502.
- Temperatura de servicio (instalación fija): -25 °C, +90 °C. (Cable termoestable).
- Tensión nominal: 0,6/1 kV.
- Ensayo de tensión en c.a. durante 5 minutos: 3500 V.

### Ensayos de fuego:

- No propagación de la llama: UNE EN 60332-1-2; IEC 60332-1-2; NFC 32070-C2.
- Libre de halógenos: UNE EN 50267-2-1; IEC 60754-1; BS 6425-1.
- Baja emisión de humos opacos: UNE EN 61034-2; IEC 61034-2.
- Nula emisión de gases corrosivos: UNE EN 50267-2-2; IEC 60754-2; NFC 20453; BS 6425-2; pH 4,3; C 10 µS/mm.

## DESCRIPCIÓN

### CONDUCTOR

**Metal:** Aluminio.

**Flexibilidad:** Rígido, clase 2, según UNE EN 60228.

**Temperatura máxima en el conductor:** 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

### AISLAMIENTO

Mezcla de polietileno reticulado (XLPE), tipo DIX3, según HD 603-1.

### CUBIERTA

**Material:** Mezcla especial cero halógenos, tipo Flamex DMO1, según UNE HD 603-5.

**Color:** Negro.



## APLICACIONES

- Redes de distribución, acometidas, instalaciones al aire o enterradas.
  - Redes subterráneas de distribución e instalaciones subterráneas (ITC-BT 07).
  - Instalaciones interiores o receptoras (ITC-BT 20); salvo obligación de Afumex (AS) (ver ITC-BT 28 y R.D. 2267/2004).

**NOTA IMPORTANTE:** Inadecuado para ser instalado en locales de pública concurrencia, líneas generales de alimentación, derivaciones individuales y en general toda instalación donde se requiera Afumex (AS). Ver apartado M.

# AL VOLTALENE FLAMEX (S)

Tensión nominal: **0,6/1 kV**Norma diseño: **HD 603-5X-1**Designación genérica: **AL XZ1 (S)**

## SECCIONES DISPONIBLES EN STOCK\*

1 COND. (NE)					
1 x 16	1 x 25	1 x 35	1 x 50	1 x 70	1 x 95
1 x 120	1 x 150	1 x 185	1 x 240	1 x 300	

\* Sujeto a modificaciones. (Consultar tarifa vigente).

## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

### DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximados)

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Espesor de aislamiento mm	Diámetro sobre aislamiento mm	Diámetro exterior mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km	Intensidad admisible al aire (1) A	Intensidad admisible enterrado (2) A	Caída de tensión V/A km	
								cos φ = 1	cos φ = 0,8
1 x 16	0,7	6,1	8,3	85	1.91	70	58	4,15	3,42
1 x 25	0,9	7,7	9,9	124	1.2	88	74	2,62	2,19
1 x 35	0,9	8,6	10,8	153	0.868	109	90	1,89	1,6
1 x 50	1	10,1	12,5	200	0.641	133	107	1,39	1,21
1 x 70	1,1	11,9	14,5	265	0.443	170	132	0,97	0,86
1 x 95	1,1	13,8	15,8	340	0.32	207	157	0,7	0,65
1 x 120	1,2	15,3	17,4	420	0.253	239	178	0,55	0,53
1 x 150	1,4	17	19,3	515	0.206	277	201	0,45	0,45
1 x 185	1,6	19,4	21,4	645	0.164	316	226	0,36	0,37
1 x 240	1,7	22,1	24,2	825	0.125	372	261	0,27	0,3
1 x 300	1,8	24,3	26,7	1035	0,1	462	295	0,22	0,26

(1) Instalación en bandeja al aire (40 °C).

→ XLPE3 con instalacion tipo F (AI) → columna 11 (unipolares trifásica).

(2) Instalación enterrada, directamente o bajo tubo con resistividad térmica del terreno estándar de 2,5 Km/W.

→ XLPE3 con instalacion tipo Método D (AI).

(Ver página 23).

## CÁLCULOS

**Intensidades máximas admisibles:** Ver apartado A) para instalaciones interiores o receptoras. Para redes de distribución subterráneas ver apartado C o C bis).

**Caídas de tensión:** Ver tabla E.2.

**Intensidades de cortocircuito máximas admisibles:** Ver tabla F.3.

# AL POLIRRET

Tensión nominal: **0,6/1 kV**Norma diseño: **UNE 21030-1**Designación genérica: **AL RZ**

## CARACTERÍSTICAS CABLE



Resistencia a la absorción de agua



Resistencia al frío



Resistencia a los rayos ultravioleta

- Norma constructiva: UNE 21030-1; HD 626 S1.
- Temperatura de servicio (instalación fija; red tensada o posada): -40 °C , +90 °C. (Cable termoestable).
- Tensión nominal: 0,6/1 kV.
- Ensayo de tensión en c.a. durante 5 min.: 3500 V.

### RESISTENCIA A LA INTEMPERIE

Es evidente que en un cable destinado a prestar servicio al aire libre, en el que además el aislamiento constituye al propio tiempo la cubierta de protección, los ensayos de resistencia a los efectos de la radiación ultravioleta, al ozono y a la humedad saturante en una atmósfera agresiva de dióxido de azufre, adquieren una destacada importancia. La citada Norma UNE 21030, especifica los ensayos que deben superar estos cables para garantizar una satisfactoria y prolongada vida útil de estos materiales.

## DESCRIPCIÓN

### CONDUCTOR

- Metal:** Aluminio en los conductores activos.
- Flexibilidad:** Rígido, clase 2, según UNE EN 60228.
- Neutro fiador:** Cuando el cable dispone de neutro fiador, éste está constituido por una cuerda de alambres de aleación de Al-Mg-Si (Almelec). Por sus especiales características hace la función de neutro y de cuerda portante en redes tensadas.
- Temperatura máxima en el conductor:** 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.



### AISLAMIENTO

- Material:** Mezcla de polietileno reticulado (XLPE).
- Color:** Negro.

### REUNIÓN

Conductores aislados reunidos entre sí o en torno al neutro fiador si dispone de él.

## APLICACIONES

- Especialmente adecuados para instalaciones de líneas aéreas tensadas autosoportadas sobre apoyos o posadas sobre las fachadas de los edificios.
- Redes aéreas de distribución (ITC-BT 06).
- Instalaciones aéreas tensadas o posadas (ITC-BT 20).

No se deben utilizar en instalaciones enterradas ni empotradas.

## AL POLIRRET

Tensión nominal:

0,6/1 kV

Norma diseño:

UNE 21030-1

Designación genérica:

AL RZ

## SECCIONES DISPONIBLES EN STOCK\*

## Secciones disponibles en stock

2 x 16	2 x 25	3 x 25 + 1 x 54,6	3 x 25 + 29,5
3 x 50 + 1 x 54,6	3 x 50 + 29,5	4 x 16	3 x 95 + 1 x 54,6
3 x 150 + 1 x 80	4 x 25		

\* Sujeto a modificaciones. (Consultar tarifa vigente).

## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

## DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximados)

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Carga de rotura mínima daN	Espesor de aislamiento mm	Diámetro conductor aislado mm	Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km
Conductor: Fase o neutro no fiador				
16	190	1,2	7,9	1,91
25	300	1,4	9,6	1,2
50	600	1,6	12,3	0,641
95	1140	1,8	16,1	0,32
150	1800	2	19,3	0,206
Conductor: Neutro fiador ALMELEC				
29,5	870	1,4	10,4	1,15
54,6	1660	1,6	13	0,63
80	2000	1,8	15,8	0,4

## AL POLIRRET

Tensión nominal: **0,6/1 kV**Norma diseño: **UNE 21030-1**Designación genérica: **AL RZ**

## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Diámetro envolvente mm	Peso total kg/km	Intensidad admisible. Cable posado sobre fachadas* A	Intensidad admisible. Cable tendido con fiador de acero* A	Caída de tensión V/A km	
					cos $\phi$ = 1	cos $\phi$ = 0,8
2 x 16 Al	15.8	145	73	81	4,88**	4**
2 x 25 Al	19.2	225	101	109	3,06**	2,54**
4 x 16 Al	18	285	67	72	4,24	3,48
4 x 25 Al	23.1	445	90	97	2,66	2,21
4 x 50 Al	29.6	770	133	144	1,42	1,22
3 x 95 / 50 Al	38	1250	207	223	0,71	0,65
3 x 150 / 95 Al	46.5	1875	277	301	0,46	0,44
1 x 16 Al/29,5 Alm	16,8	187	—	81	4,88**	4**
1 x 25 Al/54.6 Alm	22.6	310	—	110	3,06**	2,54**
1 x 50 Al/54.6 Alm	25.3	385	—	165	1,61**	1,4
2 x 16 Al/29,5 Alm	17,5	255	—	81	4,88**	4**
3 x 16 Al/29,5 Alm	20,0	320	—	72	4,24	3,48
3 x 25 Al/29,5 Alm	27.1	425	—	100	2,66	2,21
3 x 25 Al/54.6 Alm	31	535	—	100	2,66	2,21
3 x 50 Al/29,5 Alm	32.1	640	—	150	1,42	1,22
3 x 50 Al/54.6 Alm	36	765	—	150	1,42	1,22
3 x 95 Al/54.6 Alm	44.0	1260	—	230	0,71	0,65
3 x 150 Al/80 Alm	51	1700	—	305	0,46	0,44

\* Temperatura ambiente 40 °C (para cables expuestos al sol aplicar un factor de corrección de 0,9).

\*\* En instalación monofásica (el resto de valores es para trifásica).

Ver tablas B.1 y B.2.

Las características mecánicas del fiador de Almelec (Alm) son:

- Coeficientes de dilatación lineal:  $23 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$
- Módulo de elasticidad:  $62000 \text{ N/mm}^2$

En el caso de cables con sección 3 x a/b, se trata de tres conductores de sección a (las fases) más un conductor de sección b (el neutro).

Los cables con sección 1 x a/b son para tendidos monofásicos. a es la fase y b el neutro fiador de Almelec (Alm).

## CÁLCULOS

**Intensidades máximas admisibles:** Ver tabla B.1 y B.2.**Caídas de tensión:** Ver tabla E.2.**Intensidades de cortocircuito máximas admisibles:** Ver tabla F.3.



# POLIRRET FERIEIX

Tensión nominal: **0,6/1 kV**Norma diseño: **UNE 21030-2**Designación genérica: **RZ**

## CARACTERÍSTICAS CABLE



Resistencia a la absorción de agua



Resistencia al frío



Resistencia a los rayos ultravioleta



Fácil identificación

- Norma constructiva: UNE 21030-2; HD 626 S1.
- Temperatura de servicio (instalación fija; red tensada o posada): -40 °C , +90 °C. (Cable termoestable).
- Tensión nominal: 0,6/1 kV.
- Ensayo de tensión en c.a. durante 5 min.: 3500 V.

## RESISTENCIA A LA INTEMPERIE

Es evidente que en un cable destinado a prestar servicio al aire libre, en el que además el aislamiento constituye al propio tiempo la cubierta, los ensayos de resistencia a los efectos de la radiación ultravioleta, al ozono y a la humedad saturante en una atmósfera agresiva de dióxido de azufre, adquieren una destacada importancia. La citada Norma UNE 21030-2 especifica los ensayos que deben superar estos cables para garantizar una satisfactoria y prolongada vida útil de estos materiales.

## DESCRIPCIÓN

### CONDUCTOR

**Metal:** Cobre electrolítico recocido.  
**Flexibilidad:** Rígido, clase 2, según UNE EN 60228.  
**Temperatura máxima en el conductor:** 90 °C en servicio permanente, 250 °C en cortocircuito.

### AISLAMIENTO

**Material:** Mezcla de polietileno reticulado (XLPE).  
**Color:** Negro con franja de color identificativa en cada conductor, para permitir su fácil y rápida identificación.  
**Colores franja:** Azul, gris, marrón, negro, verde. (Ver tabla de colores según número de conductores).



### REUNIÓN

Haz de cables trenzados de cobre.

## APLICACIONES

- Adecuados, según el REBT, para instalaciones de líneas aéreas en redes de distribución e instalaciones aéreas de alumbrado exterior.
  - Redes aéreas de distribución (ITC-BT 06).
  - Redes aéreas de alumbrado exterior (ITC-BT 09).
  - Instalaciones aéreas tensadas o posadas (ITC-BT 20).
  - No utilizar en instalaciones enterradas o empotradas.

# POLIRRET FERIEX

Tensión nominal: **0,6/1 kV**Norma diseño: **UNE 21030-2**Designación genérica: **RZ**

## SECCIONES DISPONIBLES EN STOCK\*

2 conductores (AZ-MA)		3 conductores (AZ-MA-VE)	4 conductores (AZ-GR-MA-NE)		5 conductores (AZ-GR-MA-NE-VE)	
2 x 4	2 x 6	3 G 4	4 x 4	4 x 6	5 G 4	5 G 6
2 x 10	2 x 16		4 x 10	4 x 16	5 G 10	5 G 16
			4 x 25	-		

\* Sujeto a modificaciones. (Consultar tarifa vigente).

### Código de color de las franjas:

AZ-Azul ; GR-Gris ; MA-Marrón ; NE-Negro ; VE-Verde.

Nota: La "G", en lugar del signo "x", indica que incluye conductor de tierra "verde" y equivale al de protección de color amarillo/verde.

## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

### DIMENSIONES, PESOS Y RESISTENCIAS (aproximados)

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Espesor de aislamiento daN mm	Diámetro envolvente mm	Peso total kg/km	Resistencia del conductor a 20 °C Ω/km	Intensidad admisible. Cable posado sobre fachadas* A	Intensidad admisible. Cable tendido con fiador de acero* A	Caída de tensión V/A km	
							cos φ = 1	cos φ = 0,8
2 x 4	1,2	9,9	100	4,61	45	50	11,68**	9,46**
2 x 6	1,2	10,6	135	3,08	57	63	7,9**	6,43**
2 x 10	1,2	12,4	210	1,83	77	85	4,67**	3,84**
2 x 16	1,2	14,3	320	1,15	105	--	2,94**	2,45**
3 G 4	1,2	10,7	150	4,61	45	50	11,68**	9,46**
4 x 4	1,2	12	200	4,61	37	41	10,16	8,23
4 x 6	1,2	12,8	270	3,08	47	52	6,87	5,59
4 x 10	1,2	15	425	1,83	65	72	4,06	3,34
4 x 16	1,2	17,3	640	1,15	86	95	2,56	2,13
4 x 25	1,4	21,1	1005	0,727	120	132	1,62	1,38
5 G 4	1,2	13,4	250	4,61	37	41	10,16	8,23
5 G 6	1,2	14,3	335	3,08	47	52	6,87	5,59
5 G 10	1,2	16,8	529	1,83	65	72	4,06	3,34
5 G 16	1,2	19,3	800	1,15	86	95	2,56	2,13

\* Temperatura ambiente 40 °C (para cables expuestos al sol aplicar un factor de corrección de 0,9)

\*\* En instalación monofásica (el resto de valores es para trifásica).

Ver tablas B.1 y B.2.

No se facilita la carga de rotura de este tipo de cables, pues su instalación deberá tener la consideración de red posada o, en el caso de que sea tensada, deberá disponer de un cable fiador adicional de acero.

## CÁLCULOS

**Intensidades máximas admisibles:** Ver apartado A).

**Caídas de tensión:** Ver tabla E.2.

**Intensidades de cortocircuito máximas admisibles:** Ver tabla F.2.

## 2.- CABLES MEDIA TENSION

*Proyecto:*

**ELECTRIFICACION DE UN POLIGONO RESIDENCIAL**

*Promotor:*

**UNIVERSIDAD POLITECNICA  
DE CARTAGENA**

*Ubicación:*

**Barrio de los Dolores**

*Fecha:*

**Sept / 2013**

*C.P. Población (Provincia):*

**30310 Cartagena (Murcia)**

**Antonio Romero Garcia**  
Ingeniero Técnico Industrial  
Especialidad Electricidad



## ÍNDICE

<b>INTRODUCCIÓN TÉCNICA</b>	5
<b>A) Generalidades</b>	7
<b>B) Guía para la selección de cables y recomendaciones</b>	8
– Introducción	8
– Características generales	9
– Características particulares	9
– Tensión nominal del cable	10
– Criterios para la determinación de la sección	10
– Criterio de la sección por intensidad máxima admisible	11
– Criterio de la sección por caída de tensión	16
– Criterio de la sección por intensidad de cortocircuito	16
– Accesorios	16
– Recomendaciones para el tendido y montaje	17
– Cables especiales de Media Tensión	18
<b>C) Características estructurales</b>	19
– Normativa	19
– Definiciones y descripciones	19
<b>D) Nuevos cables de MT con propiedades frente al fuego mejoradas, versiones S (seguridad) y AS (alta seguridad)</b>	23
<b>E) Ensayos</b>	25
– Pruebas sobre cables terminados	25
<b>F) Ejemplos de cálculo</b>	26
<b>CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE CABLES HABITUALES EN MT</b>	49
– Tecnología Compact en cables Eprotenax	51
– Cable AL EPROTENAX-H COMPACT 12/20 kV, 18/30 kV (Iberdrola, Hidrocantábrico)	52
– Cable VOLTALENE H COMPACT 12/20 kV, 18/30 kV (Endesa)	55
– Tecnología Hydrocatcher en cables Voltalene	57
– Cable AL VOLTALENE H 12/20 kV, 18/30 kV (Endesa, E.ON)	58
– Cables AL VOLTALENE H 12/20 kV (Gas Natural Fenosa)	61
– Cables AL VOLTALENE H LXHIOZ1 6/10 kV, 8,7/15 kV, 18/30 kV (EDP)	63
– Cable AFUMEX-H 5 kV ó VOLTALENE-H 5 kV: CABLE PRIMARIO DE BALIZAMIENTO 1x6 mm <sup>2</sup> (AENOR)	65
<b>CABLES TIPO EPROTENAX COMPACT (Aislamiento de HEPR)</b>	67
– Cables tipo EPROTENAX COMPACT	69
– Diámetros bajo aislamiento de Cables EPROTENAX COMPACT	71
– Diámetros exteriores y pesos de Cables EPROTENAX COMPACT	72
– Tablas de datos técnicos de Cables EPROTENAX COMPACT	78
– Gráficos de intensidades de cortocircuito en el conductor para los Cables tipo EPROTENAX COMPACT	87
<b>CABLES TIPO VOLTALENE (Aislamiento de XLPE)</b>	89
– Cables tipo VOLTALENE	91
– Diámetros bajo aislamiento de Cables VOLTALENE	93
– Diámetros exteriores y pesos de Cables VOLTALENE	94
– Tablas de datos técnicos de Cables VOLTALENE	101
– Gráficos de intensidades de cortocircuito en el conductor para los Cables tipo VOLTALENE	110

<b>ACCESORIOS PARA CABLES EPROTENAX COMPACT Y VOLTALENE</b>	113
– Guía de selección de accesorios	114
– Terminal ELASTICFIT TMF-R	116
– Terminal ELASTICFIT TMF-I	118
– Terminal ELASTICFIT TMF-E	120
– Terminal COLDFIT PCT, (interior)	122
– Terminal COLDFIT PCT, (exterior)	124
– Empalme ELASPEED	126
– Empalme ECOSPEED	129
– Interfases para conectores separables	132
– Conector separable recto ELASCON MSCS-250A	133
– Conector separable acodado ELASCON MSCE-250A	136
– Conector separable recto ELASCON MSCS-400A	139
– Conector separable acodado ELASCON MSCE-400A	142
– Conector separable en T ELASCON MSCT-630A	145
– Conector separable acodado ELASCON MSCEA-630A	148
– Conector separable en T FORMFIT FMCTXs-24, FMCTXs-36	151
– Aislador enchufable FORMFIT TPE-250	155
– Pasatapas FORMFIT PF1-C, PF1-L	157
– Pasatapas FORMFIT PF2-400, PF3-400 - PF2-400-R, PF3-400-R	159
– Accesorios FORMFIT 250A	161
– Accesorios FORMFIT 400A	163
– Conector separable Innex	164
– Tubo Termospeed PTPE (para Embarrado)	166
– Abrazaderas plásticas	169
– Fichas de sujeción	172
– Cinta P1000	174
– Cinta BUPRYS	175
– Cinta PBA-1	176
– Útiles preparación puntas de cable: CH, PG, LH, LHM, MF3	177
– Kit Pantalla de aluminio	182
– Maletín Multifuncional AL-MT para cables con pantalla de aluminio	183
– Confección Puesta a tierra para cables con pantalla de aluminio	184
– DISOLVENE LIENER (para limpieza de cables y equipos eléctricos)	186
– LUBRICANTES LUTEC	188

## ANEXO A: CONDUCTORES DESNUDOS, CONDUCTORES RECUBIERTOS Y CABLES UNIPOLARES

<b> AISLADOS REUNIDOS EN HAZ</b>	191
– Conductores desnudos para líneas aéreas	192
– Conductores recubiertos para líneas aéreas	193
– Cables unipolares aislados reunidos en Haz	195

## ANEXO B: CABLES Y ACCESORIOS HABITUALES PARA 26/45 kV Y 36/66 kV

– Cable EPROTENAX-H 26/45 kV, 36/66 kV	200
– Cable VOLTALENE-H 26/45 kV, 36/66 kV	201
– Cable VOLTALENE-H COMPOSITE 26/45 kV, 36/66 kV	206
– Datos técnicos de Al Eprotenax H 26/45 (aluminio) (Iberdrola)	207
– Datos técnicos de Al Voltalene H Composite 20L 26/45 (aluminio) (Endesa)	208
– Datos técnicos de Al Voltalene H 20L 26/45 (aluminio) y Voltalene H Composite 20L 26/45 (cobre) (Gas Natural Fenosa)	209
– Datos técnicos de Al Eprotenax H 36/66 (aluminio) (Iberdrola)	210
– Datos técnicos de Al Voltalene H Composite 20L 36/66 (aluminio) (Endesa)	211
– Datos técnicos de Al Voltalene H Composite 20L 26/45 (aluminio) y Voltalene H Composite 20L 26/45 (cobre) (G. N. Fenosa)	212
– Datos técnicos de Al Voltalene H Composite 20L 36/66 (aluminio) (R.E.E)	213
– Fórmula para calcular la reactancia inductiva	214
– 66 SPEED	215

# INTRODUCCIÓN TÉCNICA

## A) GENERALIDADES

En esta publicación se hace frecuentemente referencia, cuando proceda, al Reglamento de Líneas para Alta Tensión (R.D. 223/2008), a las Normas UNE, a los Documentos del CENELEC o a los Documentos de la IEC y, cuando no estén disponibles documentos oficiales, a datos e información interna propia.

Para definir el empleo de los cables tratados en este catálogo, se transcribe parte del contenido del RLAT (artículo 3 y tabla 1 de la ITC-LAT 06) donde se establecen diferentes categorías para las líneas en función de su tensión nominal:

### REDES TRIFÁSICAS DE CORRIENTE ALTERNA CON TENSIÓN NOMINAL SUPERIOR A 1 kV Y SIN EXCEDER DE 30 kV (TERCERA CATEGORÍA)

Tensión nominal (U) kV	Tensión máxima (Um) kV
3	3,6
6	7,2
10	12
15	17,5
20	24
25	30
30	36

### REDES TRIFÁSICAS DE CORRIENTE ALTERNA CON TENSIÓN NOMINAL SUPERIOR A 30 kV Y SIN EXCEDER DE 220 kV (SEGUNDA Y PRIMERA CATEGORÍA)

Tensión nominal (U) kV	Tensión máxima (Um) kV
45	52 (2ª CAT)
66	72,5 (2ª CAT)
132	145 (1ª CAT)
220	245 (1ª CAT)

NOTA: En esta publicación no se incluyen los datos correspondientes a los cables de tensión nominal superior a los 30 kV, salvo el anexo final sobre cables y accesorios para 26/45 kV y 36/66 kV.

## B) GUÍA PARA LA SELECCIÓN DE CABLES Y RECOMENDACIONES

### INTRODUCCIÓN

A continuación se exponen algunos criterios para la elección del tipo de cable más adecuado a cada instalación. Dichos criterios tienen un carácter orientativo y no deberán, en ningún caso, sustituir a la evaluación responsable que deberá efectuarse teniendo en cuenta la seguridad del servicio y la conveniencia económica adecuada a las condiciones efectivas o previsibles de cada instalación en particular.

Los cables EPROTENAX COMPACT y VOLTALENE de media tensión están concebidos para ser utilizados en el transporte de energía, cualquiera que sea la forma de instalación.

En instalaciones aéreas a la intemperie, en comparación con las líneas de conductores desnudos sobre aisladores proporcionan, entre otras ventajas, la supresión del peligro de contactos accidentales, una mayor garantía de continuidad en el servicio, entre otras muchas que justifican la creciente aceptación de estos cables en la mencionada aplicación.

Para instalaciones subterráneas, se emplean principalmente, en redes de distribución, en las factorías industriales, centrales eléctricas y subestaciones de transformación y, en general, en todos aquellos casos en que la adaptabilidad de este tipo de cables a las más diversas condiciones de instalación y su versatilidad característica pueda representar una ventaja.

Recomendamos la utilización de cables unipolares, a la hora de ejecutar una instalación, son más manejables, son más prácticos para la confección de terminales, empalmes o conectores...

Las características diferenciales de los dos tipos de cable descritos en este catálogo son:

#### CABLES AISLADOS CON ETILENO PROPILENO HEPR, EPROTENAX COMPACT:

Se trata de un material que resiste perfectamente la acción de la humedad y además posee la estructura de una goma. Es un cable idóneo para instalaciones subterráneas en suelos húmedos, incluso por debajo del nivel freático.

Debido a su reducido diámetro y a la mejor manejabilidad de la goma HEPR, es un cable adecuado para instalaciones en las que el recorrido sea muy sinuoso.

La conjunción entre la alta tecnología empleada en la elaboración de los cables de Alta Tensión y la larga experiencia de Prysmian Cables y Sistemas en la formulación de mezclas especiales de EPR han permitido la creación de un aislamiento a base de etileno-propileno de alto módulo HEPR capaz de trabajar a un alto gradiente (lo que significa menores espesores de aislamiento) y, además, no sólo mantener todas las cualidades inherentes a los tradicionales aislamientos de EPR, sino superarlas. Al poder trabajar a una temperatura de servicio de 105 °C, estos cables tienen la posibilidad de transmitir **más potencia** que cualquier otro cable actual de la misma sección. Además, sus menores dimensiones hacen de él un cable más manejable, menos pesado y más fácil de transportar.

Diferencias de los cables EPROTENAX COMPACT frente a los cables VOLTALENE:

- **Mayor intensidad admisible a igualdad de sección**, por incremento de la temperatura de servicio de 90 °C a 105 °C.

Intensidades de corriente* (A)	Sección (mm <sup>2</sup> )							
	70	95	120	150	185	240	300	400
AL EPROTENAX H COMPACT 12/20 kV	180	215	245	275	315	365	410	470
AL VOLTALENE H 12/20 kV	170	205	235	260	295	345	390	445

\* Instalación directamente enterrada a un metro de profundidad, temperatura máxima del suelo 25 °C, resistividad térmica del terreno 1,5 K m/W para tensiones de 12/20 a 18/30 kV. Cable de aluminio unipolar no armado.

- **Menor diámetro exterior del cable**, por incremento del gradiente de trabajo, reducción del espesor de aislamiento y por su posible reducción de su sección del conductor.
- **Mayor facilidad de instalación**, por su mayor flexibilidad y menor radio de curvatura.
- **Menor coste de la línea eléctrica.**



## CABLES AISLADOS CON POLIETILENO RETICULADO (XLPE), VOLTALENE:

Se trata de un cable de características muy notables, tanto de pérdidas en el dieléctrico, resistividad térmica y eléctrica como rigidez dieléctrica. La aparición de arborescencias en presencia de humedad obliga a utilizar diseños de cables con protecciones adicionales frente al agua, hydrocatcher, composite...

Una vez decidido el tipo de cable, su correcta definición exige prestar atención a los siguientes datos, generales y particulares, del servicio que ha de prestar, que se deberán facilitar al proveedor para que suministre el material más idóneo.

## CARACTERÍSTICAS GENERALES

Los parámetros para elegir un cable de media tensión son:

- Empleo, con indicación del tiempo de permanencia previsto para la instalación.
- Condiciones de instalación: fija o móvil, en este caso se prestará atención a si se trata de un servicio móvil continuo o esporádico con descripción detallada del tipo de trabajo que efectuará el cable.
- Tensión de servicio efectiva en voltios (corriente continua, alterna monofásica, trifásica, etc.).
- Número y sección de los conductores, corriente en amperios o datos para su determinación (potencia en kVA, o en kW y  $\cos \phi$ ), servicio continuo o intermitente y, en su caso, características de esta intermitencia.
- Normas o especificaciones a que el cable debe responder.
- Longitud total necesaria del cable y metraje de cada pieza.
- Diámetro exterior máximo del cable.

## CARACTERÍSTICAS PARTICULARES

### 1) Cables terrestres para instalación fija:

- Cable enterrado directamente en terreno normal (verificando la posibilidad de entrar en contacto con aceites o hidrocarburos).
- En canales o en conductos tubulares en el terreno.
- Tendido al aire libre y a la sombra.
- Tendido al aire libre al sol.
- Tendido al aire bajo tubo.
- Enrollado en un tambor.
- Tendido en galería
- Otras condiciones de instalación:
  - alta montaña.
  - zonas de caza.
  - riesgos de nieblas o vapores ácidos, teniendo en cuenta en este caso, concentración y naturaleza de éstos, etc.

### 2) Características particulares del sistema trifásico:

- ¿Es un sistema trifásico con neutro aislado o con neutro a tierra?
- Si es neutro aislado, ¿cuánto tiempo se prevé que puede funcionar con una fase a tierra?, ¿breves instantes, más de una hora o más de ocho horas?
- Valor previsible de la corriente de cortocircuito.
- Duración del cortocircuito.

### 3) Cables para minas:

- ¿Galerías horizontales, inclinadas o verticales?
- ¿Se trata de instalaciones semimóviles que avanzarán con el trabajo?
- ¿Las bobinas deben tener unas dimensiones máximas?

### 4) Cables subacuáticos:

- Para ríos, lagos, canales, etc., se precisa una breve descripción del fondo (rocoso, fangoso, pedregoso), indicación de su profundidad, velocidad del agua, eventuales peligros derivados del paso de barcos, anclas, elementos de pesca, buceadores, etc.

## TENSIÓN NOMINAL DEL CABLE

La Tensión nominal del cable debe ser apropiada para las condiciones de operación de la red en la que el cable va a ser instalado. Para facilitar la selección del cable las redes de sistemas trifásicos se clasifican en tres categorías:

### CATEGORÍA A:

Esta categoría comprende aquellos sistemas en los que el conductor de cualquier fase que pueda entrar en contacto con tierra, o con un conductor de tierra, es desconectado del sistema en un tiempo inferior a un minuto.

### CATEGORÍA B:

Comprende las redes que, en caso de defecto, solo funcionan con una fase a tierra durante un tiempo limitado. Este período, para los cables que nos ocupan, pero podrá admitirse una duración mayor cuando así se especifique en la norma particular del tipo de cable y accesorios considerados. (Los esfuerzos suplementarios soportados por el aislamiento de los cables durante la duración del defecto, reducen la vida de estos. Si se prevé que una red va a funcionar frecuentemente con un defecto permanente, puede ser económico clasificar dicha red dentro de la categoría C).

### CATEGORÍA C:

Comprende todas las redes no incluidas en las categorías A y B.

Para la elección de la tensión nominal del cable se utilizará la tabla siguiente, que está basada en la norma UNE 20435-2 y en la tabla 2 de la ITC-LAT 06.

Para ello se considerará, en primer lugar, cual es la tensión más elevada de la red ( $U_m$ ), es decir, cual es la tensión máxima a que puede quedar sometido el cable durante un periodo relativamente largo, excluyendo los regímenes transitorios tales como los originados por maniobras, etc. Después se determina cuál es la categoría de la red, según los criterios indicados anteriormente. Con estos datos la tabla muestra la tensión nominal del cable a utilizar.

Como puede observarse, la elección de la tensión nominal de un cable se efectúa en relación con la duración máxima del eventual funcionamiento con una fase a tierra, prescindiendo de que el sistema sea con neutro a tierra o con neutro aislado.

Red sistema trifásico			Cable a utilizar Tensión nominal del cable $U_0/U$ (kV)
Tensión nominal $U$ (kV)	Tensión más elevada de la red $U_m$ (kV)	Categoría de la red	
3	3.6	A-B	1.8/3
		C	
6	7.2	A-B	3.6/6
		C	
10	12	A-B	6/10
		C	
15	17.5	A-B	8.7/15
		C	
20	24	A-B	12/20
		C	
25	30	A-B	15/25
		C	
30	36	A-B	18/30
		C	26/45

## CRITERIOS PARA LA DETERMINACIÓN DE LA SECCIÓN

Para la determinación de la sección de los conductores, se precisa realizar un cálculo en base a tres consideraciones:

- 1) Intensidad máxima admisible por el cable en servicio permanente.
- 2) Intensidad máxima admisible en cortocircuito durante un tiempo determinado.
- 3) Caída de tensión.

Ante todo, ha de calcularse la corriente máxima permanente que el cable debe transportar, teniendo en cuenta la potencia a transmitir y la tensión de trabajo nominal, si no se dispone como dato, ya directamente, del valor de la corriente máxima a transportar.

En el caso de existir fluctuaciones de carga importantes, se deberá disponer del diagrama de cargas correspondiente, esto es, la curva de variación de la corriente en función del tiempo. Con este dato y las condiciones de instalación, se determina la corriente máxima permanente que se debe tener en cuenta. Una vez conocida ésta, el método más aconsejable es hallar la sección según el criterio 1) (ver tabla IX), después se controlará la sección según el criterio 2) (ver gráficas I y II) y, por último, se verificará el criterio 3) (ver nota a las tablas VI y VII, VIII para cables Eprotenax Compact y VI, VII para cables Voltalene).

## CRITERIO DE LA SECCIÓN POR INTENSIDAD MÁXIMA ADMISIBLE

Determinación de la sección por intensidad máxima admisible por calentamiento.

Calculada la corriente máxima permanente a transportar y conocidas las condiciones de instalación, la sección se determina mediante la tabla IX (tabla IX bis para cables armados). Esta tabla permite elegir la sección de los conductores en base a la corriente máxima admisible. Se han tomado en consideración los dos casos de instalación más corrientes: la instalación al aire y la instalación enterrada, y en base a las siguientes consideraciones:

- a) Instalación al aire:
- Temperatura del aire, 40 °C.
  - Una terna de cables unipolares agrupados en contacto mutuo, o un cable tripolar.
  - Disposición que consienta una eficaz renovación del aire.
- b) Instalación enterrada (directamente o bajo tubo):
- Temperatura del terreno, 25 °C
  - Una terna de cables unipolares agrupados en contacto mutuo, o un cable tripolar.
  - Terreno de resistividad térmica normal (1,5 K · m/W).
  - Profundidad de la instalación:  
Hasta 18/30 kV, 100 cm.

La temperatura máxima de trabajo de los cables está prevista en 90 °C para cables Voltalene y 105 °C para Eprotenax Compact y la temperatura ambiente que rodea al cable ha sido supuesta en 40 °C para la instalación al aire y de 25 °C para la instalación enterrada, tal como ya se ha expresado. Por instalación al aire se entiende una disposición en la que el aire pueda circular libremente por ventilación natural alrededor de los cables. En el caso de que la temperatura del aire ambiente o del terreno sea distinta de los valores supuestos, las intensidades admisibles por los cables deben corregirse mediante los coeficientes que se indican.

En el caso de que se deba instalar más de un cable tripolar o más de una terna de cables unipolares, a lo largo del recorrido, es preciso tener en cuenta el calentamiento mutuo y reducir la intensidad admisible de los cables mediante la aplicación de los coeficientes de reducción que figuran en las tablas. Dichas tablas están en correspondencia con el Reglamento de Líneas de Alta Tensión (R.D. 223/2008).

### INSTALACIÓN AL AIRE:

#### 1 - Cables instalados al aire en ambiente de temperatura distinta de 40 °C:

##### COEFICIENTES DE CORRECCIÓN

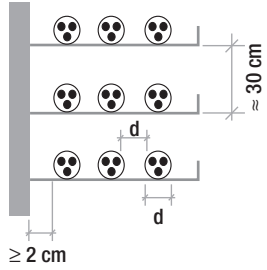
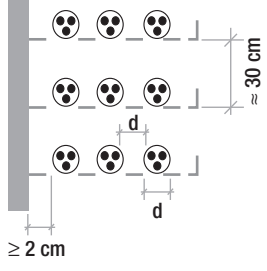
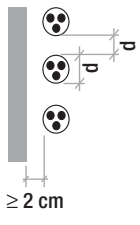
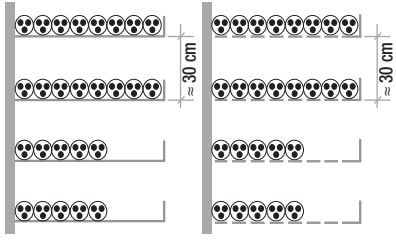
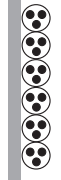
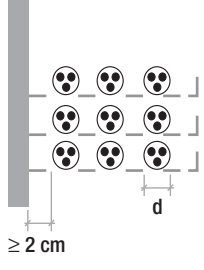
Temperatura de servicio, $\theta_s$ , en °C	Temperatura ambiente, $\theta_a$ , en °C										
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
105 (Eprotenax Compact)	1,21	1,18	1,14	1,11	1,07	1,04	1	0,96	0,92	0,88	0,83
90 (Voltalene)	1,27	1,23	1,18	1,14	1,10	1,05	1	0,95	0,89	0,84	0,78

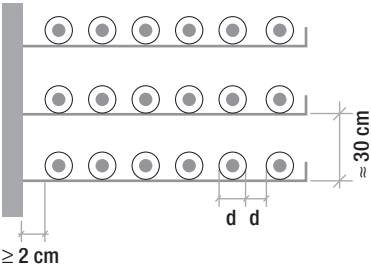
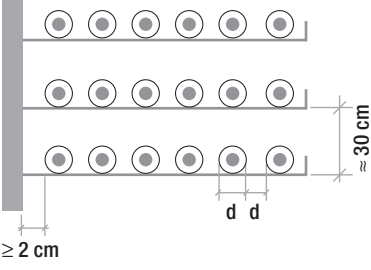
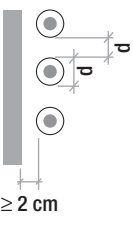
#### 2 - Cables instalados al aire en canales o galerías:

Se observa que en ciertas condiciones de instalación (canalizaciones, galerías, etc.) el calor disipado por los cables no puede difundirse libremente y provoca un aumento de la temperatura del aire.

La magnitud de este aumento depende de diversos factores y debe ser determinado en cada caso. Para una valoración aproximada, debe tenerse presente que la sobreelevación de temperatura es del orden de 15 °C. La intensidad admisible en las condiciones de régimen deberá, por lo tanto, reducirse con los coeficientes de la tabla anterior.

## 3 - Cables trifásicos o ternas de cables instalados al aire en canales o galerías:

Montaje	Instalación	Bandejas	Factor de corrección según número de cables o ternas				
			1	2	3	6	9
	Cables trifásicos o ternas de cables unipolares tendidos sobre bandejas continuas, la circulación del aire es restringida, con una separación entre los cables igual a un diámetro d. Distancia de la pared = $\phi > 2$ cm.	1	0,95	0,90	0,88	0,85	0,84
		2	0,90	0,85	0,83	0,81	0,80
		3	0,88	0,83	0,81	0,79	0,78
		6	0,86	0,81	0,79	0,77	0,76
	Cables trifásicos o ternas de cables unipolares tendidos sobre bandejas perforadas con separación de cables a un diámetro "d". Distancia de la pared = $\phi > 2$ cm.	1	1	0,98	0,96	0,93	0,92
		2	1	0,95	0,93	0,90	0,89
		3	1	0,94	0,92	0,89	0,88
		6	1	0,93	0,90	0,87	0,86
	Cables trifásicos o ternas de cable unipolares tendidos sobre estructuras o sobre la pared, con separación de cables igual a un diámetro "d". Distancia de la pared = $\phi > 2$ cm.	-	1	0,93	0,90	0,87	0,86
	Cables trifásicos o ternas de cables unipolares, en contacto entre sí y con la pared, tendidos sobre bandejas continuas o perforadas (la circulación del aire es restringida).	1	—	0,84	0,80	0,75	0,73
		2	—	0,80	0,76	0,71	0,69
		3	—	0,78	0,74	0,70	0,68
		6	—	0,76	0,72	0,68	0,66
	Cables trifásicos o ternas de cables unipolares, en contacto entre sí, dispuestos sobre estructuras o sobre la pared.	-	0,95	0,78	0,73	0,68	0,66
	Agrupación de cables trifásicos o ternas de cables unipolares, con una separación inferior a un diámetro y superior a un cuarto de diámetro, suponiendo su instalación sobre bandeja perforada, es decir, de forma que el aire pueda circular libremente entre los cables.		1	2	3	>3	
		1	1,00	0,93	0,87	0,83	
		2	0,89	0,83	0,79	0,75	
		3	0,80	0,76	0,72	0,69	
		>3	0,75	0,70	0,66	0,64	

Montaje	Instalación	Bandejas	Factor de corrección según número de ternos		
			1	2	3
	Cables unipolares, tendidos sobre bandejas continuas (la circulación de aire es restringida) con separación entre cables igual a un diámetro d.	1	0,92	0,89	0,88
		2	0,87	0,84	0,83
		3	0,84	0,82	0,81
		6	0,82	0,80	0,79
	Cables unipolares sobre bandejas perforadas con separación entre cables igual a un diámetro d.	1	1	0,97	0,96
		2	0,97	0,94	0,93
		3	0,96	0,93	0,92
		6	0,94	0,91	0,90
	Cables unipolares tendidos sobre estructura o sobre pared, unos sobre otros, con separación entre cables igual a un diámetro d.	Número de ternos		Factor de corrección	
		2		0,91	
	Cables unipolares tendidos sobre estructura o sobre pared, unos sobre otros, con separación entre cables igual a un diámetro d.	Número de ternos		Factor de corrección	
		2		0,86	
		3		0,84	

#### 4 - Cables expuestos directamente al sol:

El coeficiente de corrección que deberá aplicarse en un cable expuesto al sol es muy variable. Se recomienda 0,90.

## INSTALACIÓN ENTERRADA

1 – Cables enterrados en terrenos con temperatura del mismo distinta de 25 °C:

## COEFICIENTES DE CORRECCIÓN

Temperatura de servicio, $\theta_s$ , en °C	Temperatura del terreno, $\theta_t$ , en °C								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50
105 (Eprotenax Compact)	1,09	1,06	1,03	1,00	0,97	0,94	0,90	0,87	0,83
90 (Votalene)	1,11	1,07	1,04	1,00	0,96	0,92	0,88	0,83	0,78

2 – Cables enterrados directamente o en conducciones en terrenos de resistencia térmica diferente a 1,5 K-m/W.

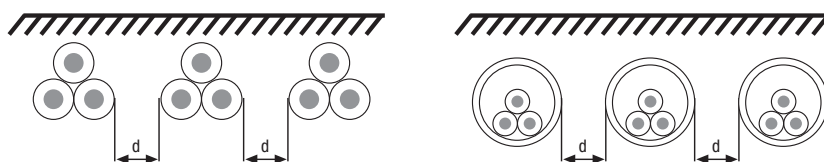
## COEFICIENTES DE CORRECCIÓN

Tipo de instalación	Sección del conductor $\text{mm}^2$	Resistividad térmica del terreno, K-m/W						
		0,8	0,9	1,0	1,5	2,0	2,5	3
Cables directamente enterrados	25	1,25	1,20	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
	35	1,25	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,75
	50	1,26	1,21	1,16	1,00	0,89	0,81	0,74
	70	1,27	1,22	1,17	1,00	0,89	0,81	0,74
	95	1,28	1,22	1,18	1,00	0,89	0,80	0,74
	120	1,28	1,22	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	150	1,28	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	185	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,74
	240	1,29	1,23	1,18	1,00	0,88	0,80	0,73
	300	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,80	0,73
Cables en interior de tubos enterrados	400	1,30	1,24	1,19	1,00	0,88	0,79	0,73
	25	1,12	1,10	1,08	1,00	0,93	0,88	0,83
	35	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,88	0,83
	50	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,83
	70	1,13	1,11	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82
	95	1,14	1,12	1,09	1,00	0,93	0,87	0,82
	120	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	150	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	185	1,14	1,12	1,10	1,00	0,93	0,87	0,82
	240	1,15	1,12	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81
	300	1,15	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81
	400	1,16	1,13	1,10	1,00	0,92	0,86	0,81

## 3 - Cables trifásicos o ternas de cables agrupados bajo tierra.

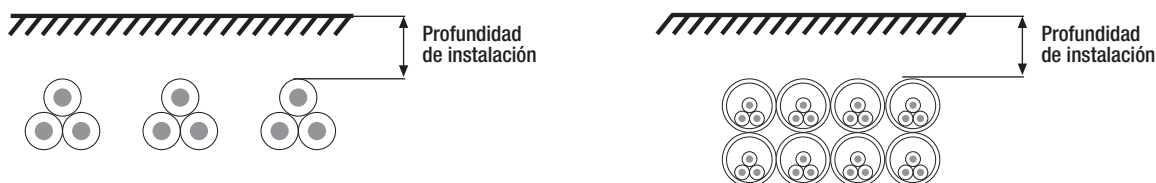
## COEFICIENTES DE CORRECCIÓN

Factor de corrección										
Tipo de instalación	Separación de los ternos	Número de ternos en la zanja								
		2	3	4	5	6	7	8	9	10
Cables directamente enterrados	En contacto (d = 0 cm)	0,76	0,65	0,58	0,53	0,50	0,47	0,45	0,43	0,42
	d = 0,2 m	0,82	0,73	0,68	0,64	0,61	0,59	0,57	0,56	0,55
	d = 0,4 m	0,86	0,78	0,75	0,72	0,70	0,68	0,67	0,66	0,65
	d = 0,6 m	0,88	0,82	0,79	0,77	0,76	0,74	0,74	0,73	—
	d = 0,8 m	0,90	0,85	0,83	0,81	0,80	0,79	—	—	—
Cables bajo tubo	En contacto (d = 0 cm)	0,80	0,70	0,64	0,60	0,57	0,54	0,52	0,50	0,49
	d = 0,2 m	0,83	0,75	0,70	0,67	0,64	0,62	0,60	0,59	0,58
	d = 0,4 m	0,87	0,80	0,77	0,74	0,72	0,71	0,70	0,69	0,68
	d = 0,6 m	0,89	0,83	0,81	0,79	0,78	0,77	0,76	0,75	—
	d = 0,8 m	0,90	0,86	0,84	0,82	0,81	—	—	—	—



## 4 - Cables enterrados en zanja a diferentes profundidades:

La profundidad de instalación se mide como la distancia vertical entre la superficie del terreno y la parte más baja del cable a menor profundidad del tendido (ver dibujos):



## COEFICIENTES DE CORRECCIÓN

Profundidad (m)	Cables enterrados de sección		Cables bajo tubo de sección	
	≤ 185 mm <sup>2</sup>	> 185 mm <sup>2</sup>	≤ 185 mm <sup>2</sup>	> 185 mm <sup>2</sup>
0,50	1,06	1,09	1,06	1,08
0,60	1,04	1,07	1,04	1,06
0,80	1,02	1,03	1,02	1,03
1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
1,25	0,98	0,98	0,98	0,98
1,50	0,97	0,96	0,97	0,96
1,75	0,96	0,94	0,96	0,95
2,00	0,95	0,93	0,95	0,94
2,50	0,93	0,91	0,93	0,92
3,00	0,92	0,89	0,92	0,91

## 5 - Cables enterrados en una zanja en el interior de tubos o similares:

1º - Cables enterrados en una zanja, en el interior de tubos o similares, de corta longitud. Se entiende por corta longitud, instalaciones tubulares que no superen longitudes de 15 metros (cruzamientos de caminos, carreteras, etc.). En este caso, no será necesario aplicar un coeficiente corrector de intensidad. Se recomienda que se instale un cable unipolar o tripolar por tubo.

2º - Cables enterrados en una zanja en el interior de tubos o similares de gran longitud. El coeficiente de corrección que deberá aplicarse a estos cables, dependerá del tipo de agrupación empleado (ver tablas). Se recomienda que se instale un cable unipolar o tripolar por tubo. La relación del diámetro interior del tubo respecto al del cable (si es una terna de cables unipolares será el diámetro de la envolvente), no inferior a 1,5. Cuando sea necesario instalar una terna por tubo, la relación entre el diámetro del tubo y el diámetro aparente de la terna deberá ser igual. Se recuerdan los inconvenientes que puede presentar el empleo de un tubo de hierro o de otro material ferromagnético, para la protección de un cable unipolar, por los calentamientos que podrían presentarse debido a fenómenos de histéresis y otros, por lo que se evitará esta forma de instalación.

Las tablas IX y IX bis contemplan directamente, entre otras, las intensidades de los cables enterrados bajo tubo.

### CABLES CONECTADOS EN PARALELO

Cuando se prevean líneas constituidas por dos o más ternas en paralelo se aplicará un factor de corrección no superior a 0,9 para compensar el posible desequilibrio de intensidades entre los cables conectados a la misma fase. (Además se deberá aplicar el correspondiente factor de corrección por agrupamiento).

## CRITERIO DE LA SECCIÓN POR CAÍDA DE TENSIÓN

### Control de la caída de tensión.

La caída de tensión en el caso de los cables de media tensión, tiene poca importancia, a menos que se trate de líneas de gran longitud. Para determinarla, se pueden utilizar los datos aproximados de las tablas VII y VIII. (Ver ejemplo de cálculo nº3).

## CRITERIO DE LA SECCIÓN POR INTENSIDAD DE CORTOCIRCUITO

### Control de calentamiento en cortocircuito.

Para verificar si la sección elegida es suficiente para soportar la corriente de cortocircuito, conocido el valor esta última ( $I$ , en amperios) y su duración ( $t$ , en segundos), debe cumplirse la condición:

$$I \times \sqrt{t} = K S$$

donde:  $K$  es un coeficiente que depende de la naturaleza del conductor y de sus temperaturas al principio y al final del cortocircuito.  
 $S$  es la sección del conductor en  $\text{mm}^2$ .

En la hipótesis de que los conductores se hallaran inicialmente a la temperatura máxima de régimen y alcancen al final del cortocircuito la admisible en tal caso, el valor de  $K$  es de 142 y 94, según se trate de cables con conductores de cobre o de aluminio respectivamente. En el supuesto de que las condiciones de servicio permitieran considerar una temperatura de régimen más reducida, aumenta el salto de temperatura y la corriente de cortocircuito admisible sería por lo tanto más elevada.

- Las corrientes máximas de cortocircuito admisibles en los conductores vienen dadas en los gráficos I y II.
- Las corrientes de cortocircuito máximas tolerables en las pantallas se reflejan en las tablas XI y XII. (Ver ejemplo de cálculo nº4).

## ACCESORIOS

La confección de los accesorios (empalmes, terminales, conectadores, pasatapas...) de los cables EPROTENAX COMPACT y VOLTALENE se simplifica notablemente con el empleo de accesorios normalizados y kits preparados con tal propósito. (Ver apartado accesorios)

Como un empalme o un terminal deben tratar de conservar todo lo posible las características físicas del cable al que se aplican, los empalmes o terminales de los cables EPROTENAX COMPACT y VOLTALENE se realizan con la máxima simplicidad y fiabilidad, empleando materiales suministrados por PRYSMIAN CABLES Y SISTEMAS, S.A. elaborados con materiales similares a los utilizados en la fabricación de los cables.

Para los cables apantallados es necesario mantener la continuidad de la pantalla en los empalmes y elaborar deflectores de campo adecuados en los terminales, a fin de evitar solicitaciones eléctricas excesivas localizadas.

Durante el montaje de estos accesorios es de fundamental importancia eliminar la capa semiconductora aplicada sobre el aislamiento sin afectar lo más mínimo a este último con las herramientas de corte y/o extracción.

En los cables clásicos, de capa conductora extrusionada, para facilitar su retiro se puede calentar suave y cuidadosamente con una llama. Después deberá lijarse la superficie del aislante hasta eliminar completamente la capa de sustancia semiconductora que queda. En nuestros cables de hasta 30 kV, al ser fabricados en triple extrusión separable en frío, **no es necesario emplear calor para retirar la capa extrusionada conductora, ya que esta se retira con facilidad**. En todos los casos se limpiará cuidadosamente la superficie del aislamiento hasta asegurarse que se ha eliminado toda traza de material semiconductor.



## RECOMENDACIONES PARA EL TENDIDO Y MONTAJE

Los radios mínimos de curvatura que el cable puede adoptar en su posición definitiva se pueden calcular en función del diámetro exterior del cable (D) y del diámetro del conductor (d):



- $10(D + d) \approx 15D$ , para los cables unipolares apantallados y para los armados o con conductor concéntrico.
- $7,5(D + d)$ , para los restantes tipos.
- $16D$  para cables de 26/45 kV y 36/66 kV



Estos límites no se aplican a las curvaturas a que el cable pueda estar sometido durante su tendido, cuyos radios deben tener un valor superior ( $20D$  para cables hasta 36/66 kV).

Los esfuerzos de tracción pueden aplicarse a los revestimientos de protección (manga de tiro), o a los conductores de cobre o de aluminio, recomendándose que las solicitaciones no superen los  $6 \text{ kg}/(\text{mm}^2 \text{ de sección del conductor})$  para cables unipolares y de  $5 \text{ kg}/\text{mm}^2$  para cables tripolares de cobre.

Para conductores de aluminio se aplicará un esfuerzo de  $3 \text{ kg}/\text{mm}^2$  tanto para conductores unipolares como tripolares. Cuando el esfuerzo previsto exceda de los valores admisibles mencionados, se deberá recurrir al empleo de cables armados con alambres (tipo M o MA); en este caso se aplicará el esfuerzo a la armadura, sin superar del 25 al 30 % de la carga de rotura teórica de la misma.

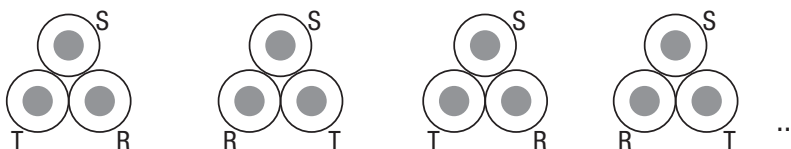
Los valores de tensión de tracción expuestos son de aplicación para tendidos per no para la posición final estática del cable (recorridos verticales) en cuyo caso los valores máximos son muy inferiores.

Durante el tendido es conveniente detener el tiro del cable lo menos posible, es mejor llevar una baja velocidad de tiro que tener que arrancar de parado porque los rozamientos estáticos son superiores a los dinámicos.

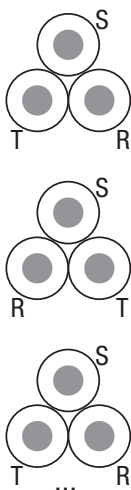
Cuando la intensidad a transportar sea superior a la admisible por un solo conductor se podrá instalar más de un conductor por fase, según los siguientes criterios:

- Emplear conductores del mismo material, sección y longitud.
- Los cables se agruparán al tresbolillo, en ternas dispuestas en uno o varios niveles, por ejemplo:

– Ternas en un nivel:



– Ternas apiladas en diferentes niveles:



La temperatura del cable durante la operación de tendido, en una instalación fija, en toda su longitud y durante todo el tiempo de la instalación, en que está sometido a curvaturas y enderezamientos, no debe ser inferior a  $0^\circ\text{C}$ . Esta temperatura se refiere a la del propio cable, no a la temperatura ambiente. Si el cable ha estado almacenado a baja temperatura durante cierto tiempo, antes del tendido deberá llevarse a una temperatura superior a  $0^\circ\text{C}$  manteniéndolo en un recinto caldeado durante varias horas inmediatamente antes del tendido.

## C) CARACTERÍSTICAS ESTRUCTURALES

### NORMATIVA

Tal como se ha indicado, los cables relacionados en el presente Catálogo satisfacen la Norma IEC 60502 para "Cables de transporte de energía aislados con dieléctricos secos extruídos para tensiones nominales de 1 kV a 30 kV", lo que incluye cualidades de los materiales que configuran cada uno de los componentes del cable, criterios de diseño, características dimensionales, así como los requisitos eléctricos que se les exige.

Además, PRYSMIAN CABLES Y SISTEMAS, tiene concedida la homologación de AENOR, correspondiente a cables unipolares con conductores de aluminio y aislamiento seco, para redes de media tensión hasta 30 kV. Esta especificación, adoptada por las Compañías Eléctricas, recoge las características constructivas y de ensayo exigibles al material a incorporar en sus redes de distribución. Estos cables están también recogidos en la norma UNE HD 620.

Los tipos de cables considerados son, como se ha dicho, con conductor de aluminio en las tensiones y secciones siguientes:

Sección del conductor mm <sup>2</sup>	Tensión nominal
50	6/10
95	8,7/15
150	12/20
240	18/30
400	

Estos cables se construyen mediante el proceso denominado de triple extrusión, con **la capa semiconductor externa separable en frío**, tipo TESF. Incorporan una pantalla metálica de alambres de cobre de sección total 16 mm<sup>2</sup> y la cubierta exterior es de un material de poliolefina especial con el espesor incrementado para mejorar la resistencia mecánica del cable y dificultar la penetración de humedad.

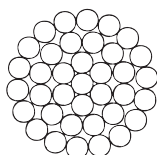
A continuación se indican las características generales de los diversos constituyentes que pueden conformar un cable EPROTENAX COMPACT o VOLTALENE, así como los ensayos finales a que se someten los cables terminados.

### DEFINICIONES Y DESCRIPCIONES

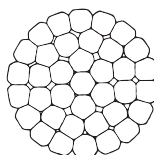
#### 1 - CONDUCTOR

Los conductores de los cables están constituidos por cuerdas redondas compactas de cobre recocido o de aluminio. La compactación se efectúa por un método patentado que permite obtener superficies más lisas y diámetros de cuerdas menores que los de las cuerdas normales de igual sección.

(1) Si eventualmente entra agua en el interior del cable durante su instalación, o por causa accidental, y se desea evitar su propagación a lo largo de los huecos existentes entre los alambres que forman el conductor, estos alambres pueden fabricarse rellenos con un material obturador que impide dicha propagación. Los conductores satisfacen las especificaciones de las normas, tanto nacionales (UNE EN 60228), como internacionales (IEC 60228). En la tabla III se dan los valores de las resistencias eléctricas para las distintas secciones de los conductores, así como sus diámetros aproximados.



Conductor, cuerda redonda normal



Conductor, cuerda redonda compacta

#### 2 - CAPA SEMICONDUCTORA INTERNA:

En los cables EPROTENAX COMPACT y VOLTALENE, el conductor va recubierto de una capa semiconductora, cuya función es doble:

- Impedir la ionización del aire que, en otro caso, se encontraría entre el conductor metálico y el material aislante (efecto corona). La capa semiconductora forma cuerpo único con el aislante y no se separa del mismo ni aún con las dobladuras a que el cable pueda someterse, constituyendo la verdadera superficie equipotencial del conductor. Los eventuales espacios de aire quedan bajo esta superficie y, por lo tanto, fuera de la acción del campo eléctrico.
- Mejorar la distribución del campo eléctrico en la superficie del conductor. Dicha capa, gracias a su conductividad, convierte en cilíndrica y lisa la superficie del conductor, ya que puede concebirse como parte integrante del mismo, eliminando así los posibles focos de gran sollicitación eléctrica en el aislamiento.

### 3 - AISLAMIENTO:

El aislamiento de los cables EPROTENAX COMPACT es una mezcla a base del polímero sintético "etileno-propileno de alto módulo" (designado con HEPR).

Sus características mecánicas, físicas, eléctricas, etc. son iguales o superan a las de las mejores gomas aislantes para cables empleadas hasta el momento, pero lo que la distingue particularmente es su mayor resistencia al envejecimiento térmico y su elevadísima resistencia al fenómeno de las "descargas parciales", especialmente crítico en terrenos húmedos en ambientes contaminados, cuando se emplean otros aislamientos "secos". Esta extraordinaria resistencia al efecto corona o a las descargas parciales, unida a sus excelentes características eléctricas, permite elevar el límite de seguridad del dieléctrico y elaborar, por tanto, con plena seguridad, cables aislados con goma, no sólo para las tensiones citadas en este Catálogo de hasta 30 kV, sino también hasta 150 kV, sin tener que recurrir a protecciones especiales contra la penetración de humedad en el cable.

Las características y prescripciones de prueba de la mezcla de etileno-propileno utilizada, responden a las mayores exigencias que se especifican en las principales Normas en uso, tanto nacionales como extranjeras. En la tabla I figura un resumen de tales características.

El aislamiento de los cables VOLTALENE está constituido por polietileno químicamente reticulado. Dicho aislamiento es un material termoestable que presenta buena rigidez dieléctrica, bajo factor de pérdidas y una excelente resistencia de aislamiento.

La excelente estabilidad térmica del polietileno reticulado le capacita para admitir en régimen permanente temperaturas de trabajo en el conductor de hasta 90 °C, tolerando temperaturas de cortocircuito de 250 °C. La marcada estabilidad al envejecimiento, la elevada resistencia a los agentes químicos y la tenacidad mecánica y eléctrica, son las propiedades más destacadas que hacen del polietileno químicamente reticulado un material apropiado para el aislamiento de cables.

El polietileno reticulado empleado por PRYSMIAN, responde a todas las exigencias que se especifican en las principales Normas de uso, en particular, la Norma Internacional IEC 60502. En la tabla I figura un resumen de sus características.

### 4 – PANTALLA SOBRE EL AISLAMIENTO:

#### • CAPA SEMICONDUCTORA EXTERNA:

Los cables EPROTENAX COMPACT de tensión superior a 3,6/6 kV deben ir apantallados y los cables VOLTALENE a partir de 1,8/3 kV. En los cables trifásicos se aplica una pantalla sobre cada uno de los conductores aislados.

Los cables EPROTENAX COMPACT de tensión 1,8/3 kV y 3,6/6 kV y VOLTALENE de tensión 1,8/3 kV pueden fabricarse en las dos versiones: apantallados o sin apantallar.

La pantalla está normalmente constituida por una envolvente metálica (cintas de cobre, hilos de cobre, etc.) aplicada sobre una capa semiconductora externa, la cual, a su vez, se ha colocado previamente sobre el aislamiento con el mismo propósito con que se coloca la capa semiconductora interna sobre el conductor.

La capa semiconductora externa está formada por una mezcla extrusionada y reticulada de características químicas semejantes a la del aislamiento, pero de baja resistencia eléctrica.

Como quiera que la íntima unión que debe existir entre el aislamiento y la capa semiconductora externa comporta en ocasiones serias dificultades de despegue en el momento de confeccionar empalmes o terminales, además de la mezcla semiconductora normal, PRYSMIAN ha ensayado y puesto a punto un tipo de mezcla semiconductora que, conservando las características que le son propias, se separa fácilmente del aislamiento sin tener que recurrir a ningún útil especial, dejando el aislamiento completamente limpio. Esta mezcla semiconductora externa separable en frío, denominada también como "easy stripping", se emplea en los cables de hasta 30 kV.

#### • TRIPLE EXTRUSIÓN:

Respecto al proceso de fabricación, cabe indicar que la aplicación de la capa semiconductora sobre el conductor, el aislamiento y la capa semiconductora sobre el aislamiento, se realiza en una sola operación. Dicho proceso de fabricación se denomina Triple Extrusión. Este procedimiento es el más adecuado ya que impide la incrustación de cuerpos extraños entre el aislamiento y capas conductoras, y dadas las características de los materiales utilizados en la confección de dichas mezclas, se suprime el riesgo de ionización en la interfase.

**• PANTALLA METÁLICA:****Consideraciones:**

Las pantallas desempeñan distintas misiones, entre las que destacan:

- Confinar el campo eléctrico en el interior del cable.
- Lograr una distribución simétrica y radial del esfuerzo eléctrico en el seno del aislamiento.
- Limitar la influencia mutua entre cables eléctricos.
- Evitar, o al menos reducir, el peligro de electrocuciones.

Las corrientes de cortocircuito que pueden soportar las partes metálicas de las pantallas, vienen dadas en la tabla XI, para las pantallas de cintas de cobre, en función del diámetro medio de la pantalla, y en la tabla XII, para las pantallas constituidas por hilos de cobre, en función de la sección total de los hilos. Si estas intensidades no son suficientes para las que se esperan en la instalación particular de que se trate, bajo demanda se pueden fabricar cables con pantallas de mayor sección.

**Protecciones contra la humedad (solo cables tipo VOLTALENE):**

En cables donde se desee evitar la penetración de humedad en el aislamiento, puede sustituirse la pantalla de cintas en hélice o hilos de cobre por una cubierta extrusionada de plomo, que además de impermeabilizar el cable, realiza las funciones eléctricas propias de las pantallas metálicas.

Otra posibilidad para impedir la penetración del agua consiste en aplicar una cinta de cobre longitudinalmente, solapada y sellada. Esta cinta se adhiere fuertemente a la cubierta exterior. Si la sección de cobre que proporciona esta cinta no es suficiente para transportar la intensidad de cortocircuito requerida, la cinta se coloca sobre una corona de hilos de cobre de sección adecuada.

Tanto las cubiertas de plomo como las protecciones de cinta de cobre longitudinal sellada, que configuran la protección radial del cable a la penetración del agua, se complementan, generalmente con cintas hinchantes de material higroscópico, que colocadas bajo las mismas en caso de rotura y consecuente penetración de agua, se hincharían taponando el espacio entre semiconductora externa y plomo o cinta de cobre, impidiendo la propagación longitudinal del agua a lo largo del cable.

**5 - IDENTIFICACIÓN DE LAS ALMAS:**

El etileno-propileno de alto módulo empleado en el aislamiento de los cables EPROTENAX COMPACT ó el polietileno químicamente reticulado empleado en el aislamiento de los cables VOLTALENE es de un solo color. Para la identificación de las almas en los cables tripolares se utilizan tiras de distinto color (amarillo, verde y marrón) aplicadas en sentido longitudinal entre la capa conductora externa y la pantalla metálica.

**6 - RELLENOS:**

En los cables tripolares, los conductores aislados y apantallados se cablean. Para dar forma cilíndrica al conjunto se aplica un relleno, y eventualmente una capa, extruídos, de un material apropiado que pueda ser fácilmente eliminado cuando hay que confeccionar empalmes o terminales.

**7 - PROTECCIONES EXTERNAS:****• CUBIERTA DE SEPARACIÓN:**

De acuerdo con las prescripciones de la Norma IEC 60502, cuando la pantalla y la armadura están constituidas por materiales diferentes, deberán estar separadas por una cubierta estanca extruída. La calidad del material debe ser adecuada para la temperatura de trabajo del cable y sus características quedan definidas en la Norma citada.

**• ARMADURA:**

Las armaduras de los cables EPROTENAX COMPACT y VOLTALENE han sido estudiadas de forma que se conserve la ligereza y manejabilidad que caracteriza a este tipo de cables. Están constituidas por flejes o alambres metálicos dispuestos sobre un asiento apropiado y bajo la cubierta exterior, con lo que la armadura queda protegida de las corrosiones químicas o electrolíticas. Generalmente las armaduras de alambres se sujetan mediante una contraespira.

La armadura asume diversas funciones entre las que cabe distinguir:

- Refuerzo mecánico, aconsejable según la forma de instalación y utilización.
- Pantalla eléctrica antiaccidentística.
- Barrera de protección contra roedores, insectos o larvas.

Los tipos de armadura utilizados en los cables de las series EPROTENAX COMPACT y VOLTALENE son los siguientes:

Para cables tripolares:

- dos flejes de hierro (tipo F).
- una corona de alambres de acero (tipo M).

Para cables unipolares:

- dos flejes de aluminio y sus aleaciones (tipo FA).
- una corona de alambres de aluminio y sus aleaciones (tipo MA).

#### • CUBIERTA EXTERIOR:

Al ser las cubiertas una mezcla termoplástica, tienden a endurecerse a temperaturas inferiores a los 0 °C, aún cuando conservan cierta flexibilidad a temperaturas entre -10 °C y -15 °C las de PVC y hasta -30 °C la VEMEX y las AFUMEX. La única precaución a considerar es que las operaciones de tendido de los cables no deben realizarse a temperaturas inferiores a los 0 °C. Si un cable está fijo y no está sometido a golpes y vibraciones, puede soportar sin daño temperaturas de -50 °C.

#### A) Cubierta Vemex:

Para cables unipolares no armados sin mayor protección mecánica que la cubierta exterior se utiliza la cubierta especial termoplástica VEMEX, desarrollada por PRYSMIAN. Este tipo de material conjuga una gran resistencia y flexibilidad en frío, con una elevada resistencia al desgarro a temperatura ambiente, a la vez que una muy alta resistencia a la deformación en caliente. En el caso de los cables VOLTALENE debe añadirse una muy baja permeabilidad al agua. El equilibrio conseguido con una adecuada formulación y las propiedades intrínsecas del polímero utilizado, se traducen en que el nuevo compuesto termoplástico tiene unas características mecánicas y una resistencia al medio ambiente activo excepcionales, permitiendo un mayor abanico de aplicaciones. Los cables EPROTENAX COMPACT y VOLTALENE con cubierta VEMEX presentan, respecto a los cables convencionales:

- Mayor resistencia a la absorción del agua.
- Mayor resistencia al rozamiento y a la abrasión.
- Mayor resistencia a los golpes.
- Mayor resistencia al desgarro.
- Mayor facilidad de instalación en tramos tubulares.
- Mayor seguridad en el montaje.

Todo ello hace que sea un cable idóneo para el tendido mecanizado.

La tabla II indica las propiedades mínimas exigibles a la cubierta.

#### B) Cubierta PVC:

Las cubiertas de PVC corresponden a la norma IEC 60502, al tipo ST2, y sus características se indican en la tabla II, permitiendo mantener en los cables armados la flexibilidad necesaria para su instalación.

Cabe destacar que con formulaciones adecuadas se obtienen mezclas de PVC de gran resistencia a los aceites y a los hidrocarburos a condición de que su acción no sea permanente. En casos muy particulares de utilización en industrias petroquímicas o donde pueda darse la circunstancia de una posible inmersión del cable en hidrocarburos, es aconsejable la utilización de una cubierta especial resistente a estos agentes.

Se recomienda muy especialmente que en las instalaciones en refinerías e industrias petroquímicas en general se utilicen estos cables con funda de plomo (protección P), bajo la cubierta, o bajo la armadura, en los casos en que el cable precise también de esta protección mecánica. La versatilidad de instalación de estos cables ofrece una solución satisfactoria a múltiples problemas al proyectista y al instalador.

El empleo de una cubierta de PVC ignifugado permite conferir la característica de no propagador del incendio al cable, propiedad aconsejable cuando deban prevenirse las graves consecuencias de un posible incendio.

#### C) Cubiertas AFUMEX:

Cuando por razones del emplazamiento del cable, instalación en edificios, galerías, etc... se precise disponer de cables con nula emisión de halógenos y reducida opacidad deben emplearse cubiertas tipo Afumex que confieren a los cables las propiedades necesarias para superar los siguientes ensayos de fuego:

- No propagadores de la llama, según UNE EN 50265-2-1.
- No propagadores del incendio, según UNE EN 50266-2-4.
- Baja emisión de humos opacos, según UNE EN 50268.
- Baja emisión de gases tóxicos, según NES 713 y NFC 20454.
- Libre de halógenos, según UNE EN 50267-2-1.
- Baja corrosividad de los humos, según UNE EN 50267-2-3.

# **CARACTERÍSTICAS CONSTRUCTIVAS DE CABLES HABITUALES PARA MT**

**CABLE AL EPROTENAX H COMPACT 12/20 kV, 18/30 kV****ESTRUCTURA DEL CABLE NORMALIZADO POR IBERDROLA E HIDROCANTÁBRICO**

**Tipo:** AL HEPRZ1  
**Tensión:** 12/20 kV, 18/30 kV  
**Norma de diseño:** UNE HD 620-9E

**Composición:**

- 1 **Conductor:** cuerda redonda compacta de hilos de aluminio, clase 2, según UNE EN 60228.
- 2 **Semiconductora interna:** capa extrusionada de material conductor.
- 3 **Aislamiento:** etileno propileno de alto gradiente, (HEPR, 105 °C).
- 4 **Semiconductora externa:** capa extrusionada de material conductor **separable en frío**.
- 5 **Pantalla metálica:** hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contraespira.  
Sección total 16 mm<sup>2</sup> ó 25 mm<sup>2</sup>.
- 6 **Separador:** cinta de poliéster.
- 7 **Cubierta exterior:** poliolefina termoplástica, Z1 Vemex. (Color rojo).

## DATOS TÉCNICOS DEL CABLE AL EPROTENAX H COMPACT (NORMALIZADO POR IBERDROLA)

AL HEPRZ1

## CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Código	⇒ nominal aislamiento* (mm)	Espesor aislamiento (mm)	⇒ nominal exterior* (mm)	Espesor cubierta (mm)	Peso aproximado* (kg/km)	Radio de curvatura estático (posición final) (mm)	Radio de curvatura dinámico (durante tendido) (mm)
<b>12/20 kV</b>								
1x50/16	20996806	18,1	4,5	25,8	2,5	780	387	516
1x95/16 (1)	20994668	20,9	4,3	28,6	2,7	960	429	572
1x150/16 (1)	20995788	23,8	4,3	32	3	1200	480	640
1x240/16 (1)	20995789	28	4,3	36	3	1600	540	720
1x400/16 (1)	20996809	33,2	4,3	41,3	3	2130	620	826
1x630/16	20034725	41,5	4,5	49,5	2,7	3130	743	990
<b>18/30 kV</b>								
1x95/25 (1)	20020826	25,7	6,7	34,4	3	1330	516	688
1x150/25 (1)	20996810	27,6	6,2	36,3	3	1500	545	726
1x240/25 (1)	20996811	31,8	6,2	40,4	3	1900	606	808
1x400/25 (1)	20996808	37	6,2	45,7	3	2550	686	914
1x630/25 (1)	20993046	45,3	6,4	53,4	3	3600	801	1068

(1) Secciones homologadas por la compañía Iberdrola

\*Valores aproximados (sujetos a tolerancias propias de fabricación)

## CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

	12/20 kV	18/30 kV
Tensión nominal simple, U <sub>0</sub> (kV)	12	18
Tensión nominal entre fases, U (kV)	20	30
Tensión máxima entre fases, U <sub>m</sub> (kV)	24	36
Tensión a impulsos, U <sub>p</sub> (kV)	125	170
Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente (°C)	105	
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)	250	

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Intensidad máxima admisible bajo tubo y enterrado* (A)	Intensidad máxima admisible directamente enterrado* (A)	Intensidad máxima admisible al aire** (A)	Intensidad máxima de cortocircuito en el conductor durante 1 s (A)	Intensidad máxima de cortocircuito en la pantalla durante 1 s*** (A)	
	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV (pant, 16 mm <sup>2</sup> )	18/30 kV (pant, 25 mm <sup>2</sup> )
1x50/16	135	145	180	4700	3130	4630
1x95/16 (1)	200	215	275	8930	3130	4630
1x150/16 (1)	255	275	360	14100	3130	4630
1x240/16 (1)	345	365	495	22560	3130	4630
1x400/16 (1)	450	470	660	37600	3130	4630
1x630/16 (2)	590	615	905	59220	3130	4630

(1) Secciones homologadas por la compañía Iberdrola en 12/20 kV y 18/30 kV

(2) Sección homologada por la compañía Iberdrola en 18/30 kV

\*Condiciones de instalación: una terna de cables enterrado a 1 m de profundidad, temperatura de terreno 25 °C y resistividad térmica 1,5 K·m/W

\*\*Condiciones de instalación: una terna de cables al aire (a la sombra) a 40 °C

\*\*\*Calculado de acuerdo con la norma IEC 60949

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km)	Resistencia del conductor a T máx (105 °C) (Ω/km)	Reactancia inductiva (Ω/km)		Capacidad (μF/km)	
	12/20 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV	18/30 kV	12/20 kV	18/30 kV
1x50/16		0,641	0,132	0,217	0,147	0,147
1x95/16 (1)		0,320	0,118	0,129	0,283	0,204
1x150/16 (1)		0,206	0,110	0,118	0,333	0,250
1x240/16 (1)		0,125	0,102	0,109	0,435	0,301
1x400/16 (1)		0,008	0,096	0,102	0,501	0,367
1x630/16 (2)		0,047	0,090	0,095	0,614	0,095

(1) Secciones homologadas por la compañía Iberdrola en 12/20 kV y 18/30 kV

(2) Sección homologada por la compañía Iberdrola en 18/30 kV

NOTA: valores obtenidos para una terna de cables al tresbolillo



## DATOS TÉCNICOS DEL CABLE AL EPROTENAX H COMPACT (NORMALIZADO POR HIDROCANTÁBRICO) AL HEPRZ1

### CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Código	⇒ nominal aislamiento* (mm)	Espesor aislamiento (mm)	⇒ nominal exterior* (mm)	Espesor cubierta (mm)	Peso aproximado* (kg/km)	Radio de curvatura estático (posición final) (mm)	Radio de curvatura dinámico (durante tendido) (mm)
<b>12/20 kV</b>								
1x50/16	20996806	18,1	4,5	25,8	2,5	780	387	516
1x95/16 (1)	20994668	20,9	4,3	28,6	2,7	960	429	572
1x150/16 (1)	20995788	23,8	4,3	32	3	1200	480	640
1x240/16 (1)	20995789	28	4,3	36	3	1600	540	720
1x400/16 (1)	20996809	33,2	4,3	41,3	3	2130	620	826
1x630/16	20034725	41,5	4,5	49,5	3	3130	743	990
<b>18/30 kV</b>								
1x95/16 (1)	20010818	25,7	6,7	33,7	3	1200	506	674
1x150/16	20015523	27,5	6,2	35,5	3	1420	533	710
1x240/16 (1)	20015524	31,8	6,2	39,6	3	1780	594	792
1x400/16 (1)	20015525	37	6,2	45,0	3	2430	675	900
1x630/16 (1)	20082534	45,3	6,4	53,4	2,7	3470	801	1068

(1) Secciones homologadas por la compañía Hidrocantábrico

\*Valores aproximados (sujetos a tolerancias propias de fabricación)

### CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

	12/20 kV	18/30 kV
Tensión nominal simple, U <sub>0</sub> (kV)	12	18
Tensión nominal entre fases, U (kV)	20	30
Tensión máxima entre fases, U <sub>m</sub> (kV)	24	36
Tensión a impulsos, U <sub>p</sub> (kV)	125	170
Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente (°C)	105	
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)	250	

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Intensidad máxima admisible bajo tubo y enterrado* (A)	Intensidad máxima admisible directamente enterrado* (A)	Intensidad máxima admisible al aire** (A)	Intensidad máxima de cortocircuito en el conductor durante 1 s (A)	Intensidad máxima de cortocircuito en la pantalla durante 1 s*** (A)
<b>12/20 kV y 18/30 kV</b>					
1x50/16	135	145	180	4700	3130
1x95/16 (1)	200	215	275	8930	3130
1x150/16	255	275	360	14100	3130
1x240/16 (1)	345	365	495	22560	3130
1x400/16 (1)	450	470	660	37600	3130
1x630/16 (1)	590	615	905	59220	3130

(1) Secciones homologadas por la compañía Hidrocantábrico

\*Condiciones de instalación: una terna de cables enterrado a 1 m de profundidad, temperatura de terreno 25 °C y resistividad térmica 1,5 K·m/W

\*\*Condiciones de instalación: una terna de cables al aire (a la sombra) a 40 °C

\*\*\*Calculado de acuerdo con la norma IEC 60949

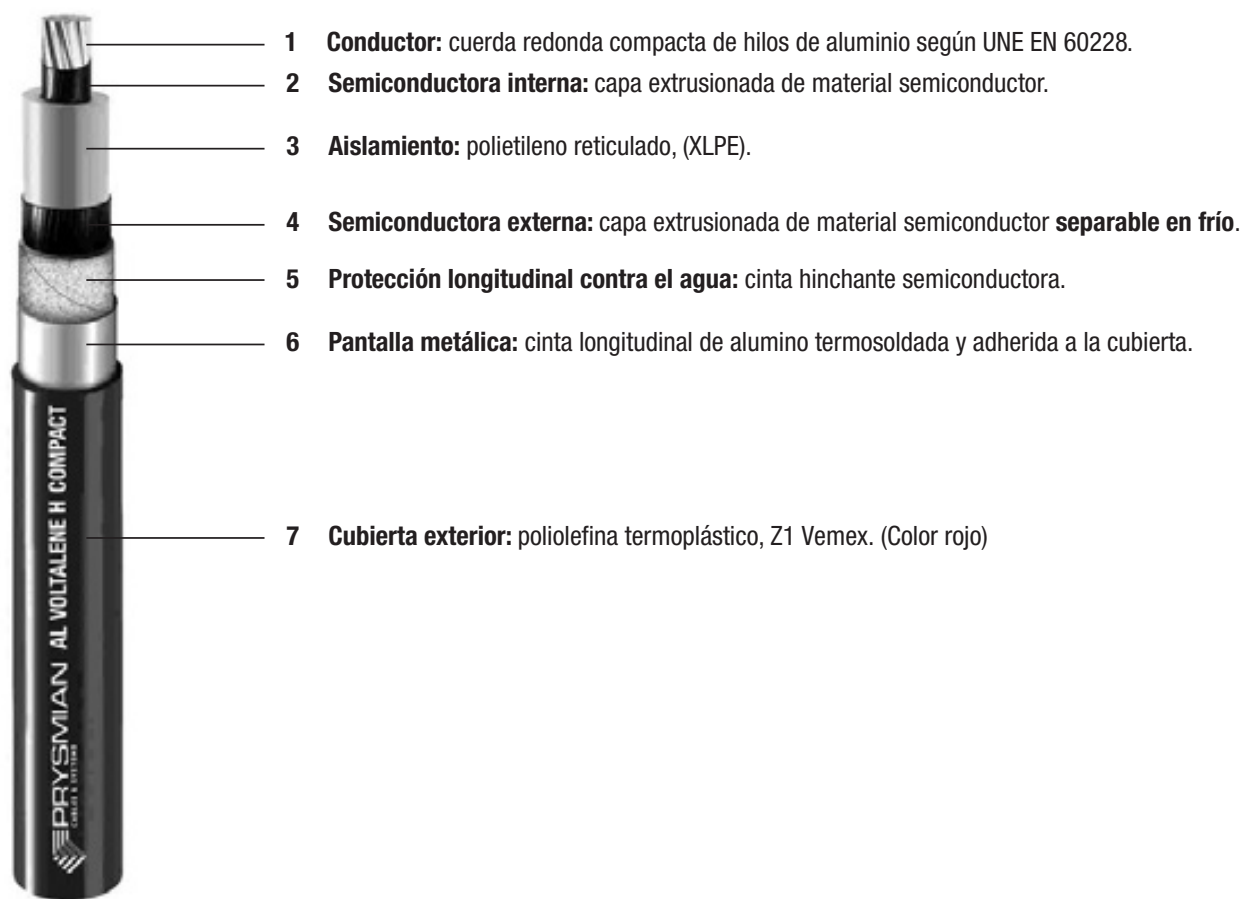
1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km)	Resistencia del conductor a T máx (105 °C) (Ω/km)	Reactancia inductiva (Ω/km)		Capacidad (μF/km)	
12/20 kV						
12/20 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV	18/30 kV	12/20 kV	18/30 kV
1x50/16	0,641	0,861	0,132	0,148	0,147	0,147
1x95/16 (1)	0,320	0,430	0,118	0,128	0,283	0,204
1x150/16	0,206	0,277	0,110	0,117	0,333	0,250
1x240/16 (1)	0,125	0,168	0,102	0,108	0,345	0,301
1x400/16 (1)	0,008	0,105	0,096	0,102	0,501	0,361
1x630/16 (1)	0,047	0,0643	0,090	0,095	0,614	0,452

(1) Secciones homologadas por la compañía Hidrocantábrico

NOTA: valores obtenidos para una terna de cables al tresbolillo

**CABLE AL VOLTALENE H COMPACT 12/20 kV, 18/30 kV****NUEVO****ESTRUCTURA DEL CABLE NORMALIZADO POR ENDESA (NUEVO DISEÑO)**

**Tipo:** AL RH5Z1  
**Tensión:** 12/20 kV, 18/30 kV  
**Norma de diseño:** IEC 60502-2, G3 DND003 (en lo aplicable)

**Composición:**

NOTA: Ver herramientas y accesorios específicos para conexionado de pantalla (páginas 182 -185)

## DATOS TÉCNICOS DEL CABLE AL VOLTALENE H COMPACT (NORMALIZADO POR ENDESA, NUEVO DISEÑO)

AL RH5Z1

## CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES

1 x sección conductor (Al) (mm <sup>2</sup> )	Código	⇒ nominal aislamiento* (mm)	Espesor aislamiento (mm)	⇒ nominal exterior* (mm)	Espesor cubierta (mm)	Peso aproximado* (kg/km)	Radio de curvatura estático (posición final) (mm)	Radio de curvatura dinámico (durante tendido) (mm)
<b>12/20 kV</b>								
1x95 (1)	20090757	21,3	4,3	29,4	2,0	860	441	588
1x150 (1)	20090758	24,1	4,3	32,1	2,0	1070	482	642
1x240 (1)	20090759	28,2	4,3	36,0	2,0	1430	540	720
1x400 (1)	20090760	33,6	4,3	41,5	2,0	2020	623	830
<b>18/30 kV</b>								
1x95	20090761	25,7	6,4	33,6	2,0	1060	504	672
1x150 (1)	20090762	28,5	6,4	36,4	2,0	1300	546	728
1x240 (1)	20090763	32,6	6,4	40,5	2,0	1690	608	810
1x400 (1)	20090764	38,0	6,4	46,0	2,0	2320	690	920

(1) Secciones homologadas por las compañías del Grupo Endesa

\*Valores aproximados (sujetos a tolerancias propias de fabricación)

## CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

	12/20 kV	18/30 kV
Tensión nominal simple, U <sub>0</sub> (kV)	12	18
Tensión nominal entre fases, U (kV)	20	30
Tensión máxima entre fases, U <sub>m</sub> (kV)	24	36
Tensión a impulsos, U <sub>p</sub> (kV)	125	170
Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente (°C)	90	
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)	250	

1 x sección conductor (Al) (mm <sup>2</sup> )	Intensidad máxima admisible bajo tubo y enterrado* (A)	Intensidad máxima admisible directamente enterrado* (A)	Intensidad máxima admisible al aire** (A)	Intensidad máxima de cortocircuito en el conductor durante 1 s (A)	Intensidad máxima de cortocircuito en la pantalla durante 1 s*** (A)	
	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV	18/30 kV
1x95 (1)	190	205	255	8930	2240	2690
1x150 (2)	245	260	335	14100	2540	2990
1x240 (2)	320	345	455	22560	2990	3440
1x400 (2)	415	445	610	37600	3440	3890

(1) Sección homologada por las compañías del Grupo Endesa en 12/20 kV

(2) Secciones homologadas por las compañías del Grupo Endesa en 12/20 kV y 18/30 kV

\*Condiciones de instalación: una terna de cables enterrado a 1 m de profundidad, temperatura de terreno 25 °C y resistividad térmica 1,5 K·m/W

\*\*Condiciones de instalación: una terna de cables al aire (a la sombra) a 40 °C

1 x sección conductor (Al) (mm <sup>2</sup> )	Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km)	Resistencia del conductor a T máx (105 °C) (Ω/km)	Reactancia inductiva (Ω/km)		Capacidad (μF/km)	
	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV	18/30 kV	12/20 kV	18/30 kV
1x95 (1)	0,320	0,410	0,123	0,132	0,217	0,167
1x150 (2)	0,206	0,264	0,114	0,123	0,254	0,192
1x240 (2)	0,125	0,161	0,106	0,114	0,306	0,229
1x400 (2)	0,078	0,100	0,099	0,106	0,376	0,277

(1) Sección homologada por las compañías del Grupo Endesa en 12/20 kV

(2) Secciones homologadas por las compañías del Grupo Endesa en 12/20 kV y 18/30 kV

NOTA: valores obtenidos para una terna de cables al tresbolillo

## TECNOLOGÍA HYDROCATCHER EN CABLES VOLTALENE

La tecnología Hydro Catcher ofrece evidentes ventajas respecto a los cables convencionales en los siguientes aspectos:

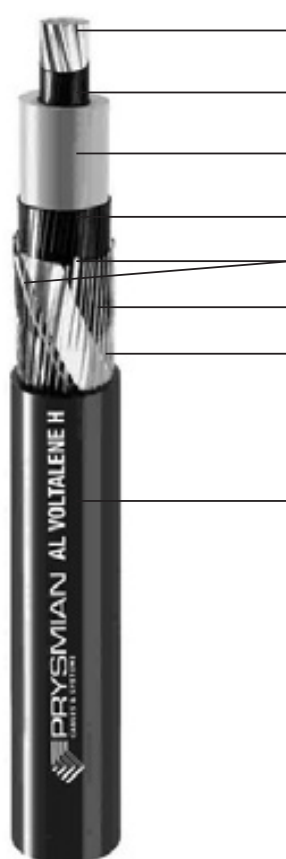
A la conocida cualidad de la cubierta VEMEX de resistencia a las agresiones externas (impactos, desgarros, abrasiones, etc...), así como su elevada impermeabilidad, **el diseño del nuevo VOLTALENE Hydro Catcher ofrece grandes e innovadoras ventajas en lo referente a la “no propagación del agua” para cables de Media Tensión aislados en XLPE.**



- **Barrera radial, cubierta VEMEX, que optimiza la impermeabilidad del cable.**
- **Barrera longitudinal** consistente en la incorporación de “dos cordones higroscópicos cruzados en hélice contraria o cinta hinchante bajo cubierta” (patentado) que bloquea la accidental entrada de agua en un espacio reducido del cable.
- **El diseño facilita el montaje de los accesorios** ya que las cintas absorbentes son fácilmente extraíbles.
- **Las características mecánicas de la conocida cubierta VEMEX de Prysmian aseguran una mayor fiabilidad de la instalación** por su demostrado excelente comportamiento a las sollicitaciones mecánicas (impactos, desgarros, etc...) a que se ve sometido el cable durante su tendido. Éste presenta además una **mayor deslizabilidad de la cubierta.**
- Asimismo, **la capa semiconductora interna** viene marcada con las instrucciones de uso y una referencia que **permite el traceado incluso sin conocerse la bobina de origen.**

**CABLE AL VOLTALENE H 12/20 kV, 18/30 kV****ESTRUCTURA DE LCABLE NORMALIZADO POR ENDESA (TRADICIONAL) Y E.ON**

**Tipo:** AL RHZ1-OL  
**Tensión:** 12/20 kV, 18/30 kV  
**Norma de diseño:** UNE HD 620-5E

**Composición:**

- 1 **Conductor:** cuerda redonda compacta de hilos de aluminio, clase 2, UNE EN 60228.
- 2 **Semiconductora interna:** capa extrusionada de material conductor.
- 3 **Aislamiento:** polietileno reticulado (XLPE).
- 4 **Semiconductora externa:** capa extrusionada de material conductor **separable en frío**.
- 5 **Protección longitudinal contra el agua:** cordones cruzados higroscópicos.
- 6 **Pantalla metálica:** hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contraesquina. Sección total 16 mm<sup>2</sup>.
- 7 **Separador:** cinta de poliéster.
- 8 **Cubierta exterior:** poliolefina termoplástica, Z1 VEMEX. (Color rojo).

## DATOS TÉCNICOS DEL CABLE AL VOLTALENE (NORMALIZADO POR ENDESA. DISEÑO TRADICIONAL)

AL RHZ1-OL

## CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Código	⇒ nominal aislamiento* (mm)	Espesor aislamiento (mm)	⇒ nominal exterior* (mm)	Espesor cubierta (mm)	Peso aproximado* (kg/km)	Radio de curvatura estático (posición final) (mm)	Radio de curvatura dinámico (durante tendido) (mm)
<b>12/20 kV</b>								
1x95/16 (1)	20986136	23,3	5,5	31	2,5	1020	465	620
1x150/16 (1)	20981089	26,2	5,5	34	2,5	1250	510	680
1x240/16 (1)	20981091	30,4	5,5	38	2,5	1620	570	760
1x400/16 (1)	20981092	35,6	5,5	43,3	2,5	2200	650	866
<b>18/30 kV</b>								
1x95/16	20045773	28,3	8	36	2,5	1270	540	720
1x150/16 (1)	20031318	31,2	8	39	2,5	1500	585	780
1x240/16 (1)	20025636	35,4	8	43	2,5	1910	645	860
1x400/16 (1)	20012187	40,6	8	48,3	2,5	2510	725	966

(1) Secciones homologadas por las compañías del Grupo Endesa

\*Valores aproximados (sujetos a tolerancias propias de fabricación)

## CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

	12/20 kV	18/30 kV
Tensión nominal simple, U <sub>0</sub> (kV)	12	18
Tensión nominal entre fases, U (kV)	20	30
Tensión máxima entre fases, U <sub>m</sub> (kV)	24	36
Tensión a impulsos, U <sub>p</sub> (kV)	125	170
Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente (°C)	90	
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)	250	

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Intensidad máxima admisible bajo tubo y enterrado* (A)	Intensidad máxima admisible directamente enterrado* (A)	Intensidad máxima admisible al aire** (A)	Intensidad máxima de cortocircuito en el conductor durante 1 s (A)	Intensidad máxima de cortocircuito en la pantalla durante 1 s*** (A)
	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 (pant, 16 mm <sup>2</sup> )
1x95/16 (1)	190	205	255	8930	3130
1x150/16 (2)	245	260	335	14100	3130
1x240/16 (2)	320	345	455	22560	3130
1x400/16 (2)	415	445	610	37600	3130

(1) Sección homologada por las compañías del Grupo Endesa en 12/20 kV

(2) Secciones homologadas por las compañías del Grupo Endesa en 12/20 kV y 18/30 kV

\*Condiciones de instalación: una terna de cables enterrado a 1 m de profundidad, temperatura de terreno 25 °C y resistividad térmica 1,5 K-m/W

\*\*Condiciones de instalación: una terna de cables al aire (a la sombra) a 40 °C

\*\*\*Calculado de acuerdo con la norma IEC 60949

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km)	Resistencia del conductor a T máx (105 °C) (Ω/km)	Reactancia inductiva (Ω/km)		Capacidad (μF/km)	
	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV y 18/30 kV	12/20 kV	18/30 kV	12/20 kV	18/30 kV
1x95/16 (1)	0,320	0,410	0,123	0,132	0,217	0,167
1x150/16 (2)	0,206	0,264	0,114	0,123	0,254	0,192
1x240/16 (2)	0,125	0,161	0,106	0,114	0,306	0,229
1x400/16 (2)	0,078	0,100	0,099	0,106	0,376	0,277

(1) Sección homologada por las compañías del Grupo Endesa en 12/20 kV

(2) Secciones homologadas por las compañías del Grupo Endesa en 12/20 kV y 18/30 kV

NOTA: valores obtenidos para una terna de cables al tresbolillo

## DATOS TÉCNICOS DEL CABLE AL VOLTALENE (NORMALIZADO POR E.ON)

AL RHZ1-OL

## CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Código	⇒ nominal aislamiento* (mm)	Espesor aislamiento (mm)	⇒ nominal exterior* (mm)	Espesor cubierta (mm)	Peso aproximado* (kg/km)	Radio de curvatura estático (posición final) (mm)	Radio de curvatura dinámico (durante tendido) (mm)
<b>12/20 kV</b>								
1x95/16 (1)	20986136	23,3	5,5	31	2,5	1020	465	620
1x150/16 (1)	20981089	26,2	5,5	34	2,5	1250	510	680
1x240/16 (1)	20981091	30,4	5,5	38	2,5	1620	570	760
1x400/16 (1)	20981092	35,6	5,5	43,3	2,5	2200	650	866

(1) Secciones homologadas por la compañía E.ON

\*Valores aproximados (sujetos a tolerancias propias de fabricación)

## CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

	12/20 kV
Tensión nominal simple, U <sub>0</sub> (kV)	12
Tensión nominal entre fases, U (kV)	20
Tensión máxima entre fases, U <sub>m</sub> (kV)	24
Tensión a impulsos, U <sub>p</sub> (kV)	125
Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente (°C)	90
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)	250

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Intensidad máxima admisible bajo tubo y enterrado* (A)	Intensidad máxima admisible directamente enterrado* (A)	Intensidad máxima admisible al aire** (A)	Intensidad máxima de cortocircuito en el conductor durante 1 s (A)	Intensidad máxima de cortocircuito en la pantalla durante 1 s*** (A)
<b>12/20 kV</b>					
1x95/16 (1)	190	205	255	8930	3130
1x150/16 (1)	245	260	335	14100	3130
1x240/16 (1)	320	345	455	22560	3130
1x400/16 (1)	415	445	610	37600	3130

(1) Sección homologadas por la compañía E.ON

\*Condiciones de instalación: una terna de cables enterrado a 1 m de profundidad, temperatura de terreno 25 °C y resistividad térmica 1,5 K·m/W

\*\*Condiciones de instalación: una terna de cables al aire (a la sombra) a 40 °C

\*\*\*Calculado de acuerdo con la norma IEC 60949

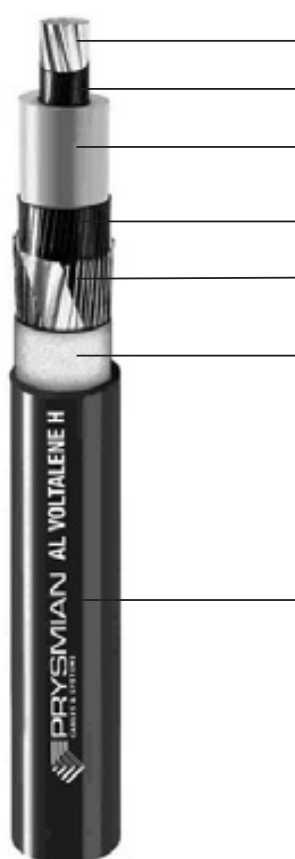
1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km)	Resistencia del conductor a T máx (105 °C) (Ω/km)	Reactancia inductiva (Ω/km)	Capacidad (μF/km)
<b>12/20 kV</b>				
1x95/16 (1)	0,320	0,410	0,123	0,217
1x150/16 (1)	0,206	0,264	0,114	0,254
1x240/16 (1)	0,125	0,161	0,106	0,306
1x400/16 (1)	0,078	0,100	0,099	0,376

(1) Sección homologadas por la compañía E.ON

NOTA: valores obtenidos para una terna de cables al tresbolillo

**CABLE AL VOLTALENE H 12/20 kV****ESTRUCTURA DEL CABLE NORMALIZADO POR GAS NATURAL FENOSA**

**Tipo:** AL RHZ1-20L  
**Tensión:** 12/20 kV  
**Norma de diseño:** UNE HD 620-5E

**Composición:**

- 1 **Conductor:** cuerda redonda compacta de hilos de aluminio, clase 2, según UNE EN 60228. **Conductor obturado longitudinalmente contra el agua.**
- 2 **Semiconductora interna:** capa extrusionada de material conductor.
- 3 **Aislamiento:** polietileno reticulado (XLPE).
- 4 **Semiconductora externa:** capa extrusionada de material conductor **separable en frío.**
- 5 **Pantalla metálica:** hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contraespira. Sección total 16 mm<sup>2</sup>.
- 6 **Protección longitudinal contra el agua:** cinta hinchante.
- 7 **Cubierta exterior:** poliolefina termoplástica, Z1 VEMEX. (Color rojo).



## DATOS TÉCNICOS DEL CABLE AL VOLTALENE H (NORMALIZADO POR GAS NATURAL FENOSA)

AL RHZ1-20L

## CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Código	⇒ nominal aislamiento* (mm)	Espesor aislamiento (mm)	⇒ nominal exterior* (mm)	Espesor cubierta (mm)	Peso aproximado* (kg/km)	Radio de curvatura estático (posición final) (mm)	Radio de curvatura dinámico (durante tendido) (mm)
<b>12/20 kV</b>								
1x95/16 (1)	37012063	23,3	5,5	31,7	2,5	1020	476	634
1x150/16 (1)	37012064	26,1	5,5	34,4	2,7	1260	516	688
1x240/16 (1)	37012065	30,2	5,5	40	2,7	1640	600	800
1x400/16 (1)	20082438	36,7	5,5	44,7	2,7	2300	671	894

(1) Secciones homologadas por la compañía Gas Natural Fenosa

\*Valores aproximados (sujetos a tolerancias propias de fabricación)

## CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

	12/20 kV
Tensión nominal simple, U <sub>0</sub> (kV)	12
Tensión nominal entre fases, U (kV)	20
Tensión máxima entre fases, U <sub>m</sub> (kV)	24
Tensión a impulsos, U <sub>p</sub> (kV)	125
Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente (°C)	90
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)	250

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Intensidad máxima admisible bajo tubo y enterrado* (A)	Intensidad máxima admisible directamente enterrado* (A)	Intensidad máxima admisible al aire** (A)	Intensidad máxima de cortocircuito en el conductor durante 1 s (A)	Intensidad máxima de cortocircuito en la pantalla durante 1 s*** (A)
<b>12/20 kV</b>					
1x95/16 (1)	190	205	255	8930	3130
1x150/16 (1)	245	260	335	14100	3130
1x240/16 (1)	320	345	455	22560	3130
1x400/16 (1)	415	445	610	37600	3130

(1) Secciones homologadas por la compañía Gas Natural Fenosa

\*Condiciones de instalación: una terna de cables enterrado a 1 m de profundidad, temperatura de terreno 25 °C y resistividad térmica 1,5 K·m/W

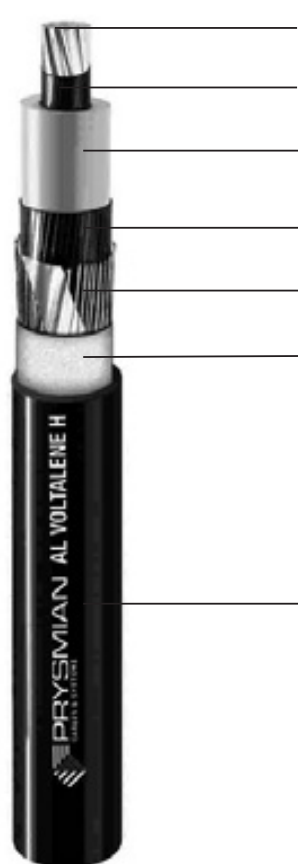
\*\*Condiciones de instalación: una terna de cables al aire (a la sombra) a 40 °C

\*\*\*Calculado de acuerdo con la norma IEC 60949

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km)	Resistencia del conductor a T máx (90 °C) (Ω/km)	Reactancia inductiva (Ω/km)	Capacidad (μF/km)
<b>12/20 kV</b>				
1x95/16 (1)	0,320	0,430	0,125	0,217
1x150/16 (1)	0,206	0,277	0,117	0,254
1x240/16 (1)	0,125	0,168	0,104	0,306
1x400/16 (1)	0,078	0,105	0,100	0,387

(1) Secciones homologadas por la compañía Gas Natural Fenosa

NOTA: valores obtenidos para una terna de cables al tresbolillo

**CABLE AL VOLTALENE H LXHIOZ1 6/10 kV, 8,7/15 kV, 12/20 kV, 18/30 kV****CABLE NORMALIZADO POR: EDP****Tipo:** LXHIOZ1 (be), LXHIOZ1 (be, frt), XHIOZ1 (be), XHIOZ1 (be, frt)**Tensión:** 6/10 kV, 8,7/15 kV, 18/30 kV**Norma de diseño:** DMA-C33-251/E, HD 620-1, IEC 60502-2**Composición:**

- 1 **Conductor:** cuerda redonda compacta de hilos de aluminio o cobre, clase 2, según IEC 60228.
- 2 **Semiconductora interna:** capa extrusionada de material conductor.
- 3 **Aislamiento:** polietileno reticulado (XLPE).
- 4 **Semiconductora externa:** capa extrusionada de material conductor **separable en frío**.
- 5 **Pantalla metálica:** corona de hilos de cobre en hélice con cinta de cobre a contraespira. Sección 16 mm<sup>2</sup>.
- 6 **Protección contra el agua:** cintas hinchantes (be).
- 7 **Cubierta exterior:** poliolefina (PO), semiconductora o grafitada. No propagador del incendio para el tipo (frt) (color negro).

## DATOS TÉCNICOS DEL CABLE AL VOLTALENE H LXHIOZ1 (NORMALIZADO POR EDP)

LXHIOZ1, XHIOZ1

## CARACTERÍSTICAS DIMENSIONALES

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Código	⇒ nominal aislamiento* (mm)	Espesor aislamiento (mm)	⇒ nominal exterior* (mm)	Espesor cubierta (mm)	Peso aproximado* (kg/km)	Radio de curvatura estático (posición final) (mm)	Radio de curvatura dinámico (durante tendido) (mm)
<b>6/10 kV</b>								
1x120/16 (1)	20083470	20,8	3,4	28,8	1,9	950	432	576
1x240/16 (1)	20083471	26,4	3,4	34,2	2,1	1430	513	684
<b>8,7/15 kV</b>								
1x120/16 (1)	20083472	23,0	4,5	31,0	2,0	1060	465	620
1x240/16 (1)	20083473	28,6	4,5	36,6	2,2	1550	549	732
<b>18/30 kV</b>								
1x120/16 (1)	20083474	30,0	8,0	38,3	2,2	1430	575	766
1x240/16 (1)	20083475	35,6	8,0	44,0	2,4	1980	660	880

(1) Secciones homologadas por la compañía EDP

\*Valores aproximados (sujetos a tolerancias propias de fabricación)

## CARACTERÍSTICAS ELÉCTRICAS

	6/10 kV	7/15 kV	18/30 kV
Tensión nominal simple, U <sub>0</sub> (kV)	6	8,7	18
Tensión nominal entre fases, U (kV)	10	15	30
Tensión máxima entre fases, U <sub>m</sub> (kV)	12	17,5	36
Tensión a impulsos, U <sub>p</sub> (kV)	75	95	170
Temperatura máxima admisible en el conductor en servicio permanente (°C)	90		
Temperatura máxima admisible en el conductor en régimen de cortocircuito (°C)	250		

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Intensidad máxima admisible bajo tubo y enterrado* (A)	Intensidad máxima admisible directamente enterrado* (A)	Intensidad máxima admisible al aire** (A)	Intensidad máxima de cortocircuito en el conductor durante 1 s (A)	Intensidad máxima de cortocircuito en la pantalla durante 1 s*** (A)
	6/10 kV, 8,7/15 kV y 18/30 kV	6/10 kV, 8,7/15 kV y 18/30 kV	6/10 kV, 8,7/15 kV y 18/30 kV	6/10 kV, 8,7/15 kV y 18/30 kV	6/10 kV, 8,7/15 kV y 18/30 kV
1x120/16 (1)	215	235	295	11200	2900
1x240/16 (1)	320	345	455	22300	2900

(1) Secciones homologadas por la compañía EDP

\*Condiciones de instalación: una terna de cables enterrado a 1 m de profundidad, temperatura de terreno 25 °C y resistividad térmica 1,5 K·m/W

\*\*Condiciones de instalación: una terna de cables al aire (a la sombra) a 40 °C

\*\*\*Calculado de acuerdo con la norma IEC 60949

1 x sección conductor (Al)/sección pantalla (Cu) (mm <sup>2</sup> )	Resistencia del conductor a 20 °C (Ω/km)	Resistencia del conductor a T <sub>máx</sub> (105 °C)(Ω/km)	Reactancia inductiva (Ω/km)			Capacidad (μF/km)		
	6/10 kV, 8,7/15 kV y 18/30 kV	6/10 kV, 8,7/15 kV y 18/30 kV	6/10 kV	8,7/15 kV	18/30 kV	6/10 kV	8,7/15 kV	18/30 kV
1x120/16 (1)	0,253	0,325	0,110	0,115	0,129	0,351	0,280	0,182
1x240/16 (1)	0,125	0,161	0,099	0,103	0,115	0,465	0,364	0,231

(1) Secciones homologadas por la compañía EDP

NOTA: valores obtenidos para una terna de cables al tresbolillo

**CABLE AFUMEX H 5 kV ó VOLTALENE H 5 kV: CABLE PRIMARIO DE BALIZAMIENTO 1x6 mm<sup>2</sup>****CABLE NORMALIZADO POR AENA Y HOMOLOGADO POR AENOR**

Cable para circuitos serie de intensidad constante de alimentación a ayudas visuales de aeropuertos.

**Tipo:** RHZ1 (versión Afumex), RHV (versión Voltalene)

**Tensión:** 5 kV\*

**Norma:** UNE 21161

\*Para distribución trifásica es un cable de 6/10 kV pero al utilizarse como primario de balizamiento los receptores se conectan en serie y no tiene sentido hablar de tensión entre fases (10 kV). La revisión vigente de la norma UNE 21161 establece como tensión asignada 5 kV, ya que es la tensión más alta que suele utilizarse en los circuitos serie de ayudas visuales de aeropuertos.

**Composición:**

- 1 Conductor:** cuerda redonda compacta de hilos de según UNE EN 60228, clase 2.
- 2 Semiconductora interna:** capa extrusionada de material conductor.
- 3 Aislamiento:** polietileno reticulado (XLPE). Espesor nominal mínimo = 3,5 mm.  
Diámetro exterior del aislamiento =  $11,8 \pm 0,5$  mm.
- 4 Semiconductora externa:** capa extrusionada de material Conductor separable en frío.
- 5 Pantalla metálica:** cinta de cobre en hélice aplicada con superposición. Espesor nominal = 0,1 mm.
- 6 Cubierta exterior:** tipo AFUMEX en versión AFUMEX H y tipo PVC Flam para versión VOLTALENE H.  
Espesor nominal = 2 mm.  
Diámetro exterior del cable =  $18 \pm 0,5$  mm.  
Color rojo.

La versión AFUMEX comporta las mejores propiedades frente al fuego. Supera los siguientes ensayos:

No propagación de la llama. UNE EN 60332-1-2\*.

No propagación del incendio. UNE EN 50266-2-4\*.

Baja emisión de humos opacos. UNE EN 61034-2.

Reducida emisión de gases tóxicos. NES-713, NFC-20454. It = 1,5.

Libre de halógenos. UNE EN 50267-2-1.

Baja corrosividad de los humos. UNE EN 50267-2-3, pH  $\geq 4,3$ , Conductividad  $< 10 \mu\text{S/mm}$ .

\* Ensayos que también satisface la versión Voltalene (RHV).

Sección conductor (mm <sup>2</sup> )	Intensidades máximas admisibles (A)	
	Instalación enterrada. Dos cables juntos a 70 cm de profundidad. Temperatura del terreno 25°C. Resistividad térmica del terreno 1 K·m/W.	Instalación al aire. Dos cables juntos. Temperatura del aire 40°C.
1 x 6	80	68

**CABLES TIPO  
EPROTENAX COMPACT  
(aislamiento de HEPR)**

## CABLES TIPO EPROTENAX COMPACT

### DESIGNACIÓN DE LOS CABLES EPROTENAX COMPACT

Para facilitar la comprensión del modo de designación de los cables EPROTENAX COMPACT se tomará un ejemplo:

AL	EPROTENAX	H	COMPACT	1 x 240/16	mm <sup>2</sup>	12/20	kV
Las siglas AL denotan que el conductor es de aluminio, si no se indica nada, se entiende que el conductor es de cobre.	Es el nombre comercial del cable, e indica que el cable está aislado con goma etileno-propileno.	Cable apantallado	COMPACT indica que el aislamiento es etileno-propileno de alto gradiente (HEPR). La cubierta es tipo VEMEX, (o PVC en el caso de cables armados).	La cifra 1 ó 3 denota que el cable es unipolar o tripolar. 240 indica la sección del conductor en mm <sup>2</sup> . 16 indica la sección de la pantalla en mm <sup>2</sup> .		Tensión nominal 12 kV entre conductor (fase) y pantalla y 20 kV entre conductores (fases).  La tensión más elevada entre fases puede ser superior (ver tabla de la página 7).	

Otros ejemplos:

- **Cable EPROTENAX H COMPACT 1 x 150/16 mm<sup>2</sup> 12/20 kV.**

Cable unipolar, con conductor de cobre de 150 mm<sup>2</sup> de sección, aislado con HEPR, apantallado, con alambres de cobre de sección total 16 mm<sup>2</sup>, no armado, para una tensión nominal de 12/20 kV y con cubierta exterior VEMEX.

- **Cable AL EPROTENAX HFA COMPACT 1 x 300/16 mm<sup>2</sup> 6/10 kV.**

Cable unipolar, con un conductor de aluminio de 300 mm<sup>2</sup> de sección, aislado con HEPR, apantallado con una corona de hilos de cobre con una sección total de 16 mm<sup>2</sup>, armado con flejes de aluminio, para una tensión nominal de 6/10 kV y con cubierta exterior de PVC (propia de cables armados).

- **Cable AL EPROTENAX FA COMPACT 1 x 150 mm<sup>2</sup> 1,8/3 kV.**

Cable unipolar, con un conductor de aluminio de 150 mm<sup>2</sup> de sección, aislado con HEPR, sin pantalla, armado con flejes de aluminio, para una tensión nominal de 1,8/3 kV y con cubierta exterior de PVC (propia de cables armados).

## EQUIVALENCIAS ENTRE DESIGNACIONES PRYSMIAN PARA CABLES EPROTENAX COMPACT Y DESIGNACIONES UNE

EPROTENAX COMPACT	FORMACIÓN	PANTALLA	ARMADURA	DENOMINACIÓN UNE	
				CAMPO NO RADIAL (1)	CAMPO RADIAL
H	Unipolar	Sí	No	—	HEPRZ1
	Tripolar	Individual sobre cada fase	No		
FA <sup>1</sup>	Unipolar	No	Flejes aluminio	No existe actualmente designación UNE para estos cables. Se recomienda designarlos según lo explicado en la página anterior.	
F <sup>1</sup>	Tripolar	No	Flejes acero		
HFA	Unipolar	Sí	Flejes aluminio		
HF	Tripolar	Sí	Flejes acero		
MA <sup>1</sup>	Unipolar	No	Alambres de aluminio <sup>2</sup>		
M <sup>1</sup>	Tripolar	No	Alambres de acero		
HMA	Unipolar	Sí	Alambres de aluminio <sup>2</sup>		
HM	Tripolar	Sí	Alambres de acero		
P <sup>1</sup>	Unipolar o Tripolar	Con tubo de plomo			
HP <sup>3</sup>		Con tubo de plomo y apantallado individual			
O <sup>1</sup>		Con pantalla conjunta			

(1) Sólo para cables de 1,8/3 kV y 3,6/6 kV de tensión nominal.

(2) La armadura MA sólo debe utilizarse en casos absolutamente necesarios ya que al tratarse de una armadura de una sección considerable de aluminio, se puede inducir unas corrientes de circulación a tierra nada despreciables. Esto puede motivar que la intensidad de corriente admisible por el conductor de fase se vea minorada sobre todo en el caso de que los cables unipolares estén separados entre sí. Ver tablas de intensidades admisibles.

3) Para tensiones superiores a 3,6/6 kV.

Todos los cables deben disponer de una protección metálica que los envuelva, bien sea al menos una pantalla o una armadura. Requisito exigido en la Norma IEC 60502 para los cables de tensión nominal superior a 1000 V.

Las secciones mínimas que figuran en el presente catálogo son las normalizadas por IEC.

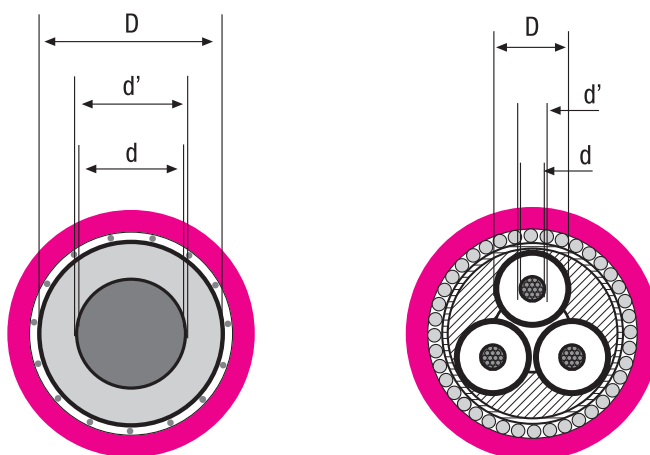
Conviene tener presente que los valores que se indican en las referidas tablas no deben entenderse como exactos, sino solamente a título informativo. Son susceptibles de variación sin previo aviso.

## DIÁMETROS BAJO AISLAMIENTO DE CABLES EPROTENAX COMPACT (UNIPOLARES Y TRIPOLARES)

Sección mm <sup>2</sup>	d Cuerda mm	d' Semic. int. mm	D bajo aislamiento (unipolar y tripolar)						
			1,8/3 kV	3,6/6 kV	6/10 kV	8,7/15 kV	12/20 kV	15/25 kV	18/30 kV
Conductor de Cu									
35	7	8	11	13	14,8	13,8	17	-	-
50	8,3	9,3	12,3	14,3	16,1	15,1	17,9	21,1	25,3
70	9,9	10,9	13,9	15,9	17,7	16,9	19,5	21,9	25,5
95	11,6	12,6	15,6	17,6	19,4	18,6	21,2	23	26
120	13,1	14,1	17,1	19,1	20,9	26,9	22,7	24,5	26,9
150	14,3	15,3	18,3	20,3	22,1	21,5	23,9	25,5	27,7
185	16	17	20	22	23,8	23,2	25,6	27	29
240	18,7	20,1	22,7	25,3	26,9	26,5	28,7	30,3	32,5
300	20,6	22	24,6	27,6	28,8	28,4	30,6	32,4	35,2
400	23,1	24,5	27,1	30,5	31,3	30,9	33,1	35,1	36,9
500	26,4	28,4	30,8	34,8	35,2	35	37,2	39,2	41

**Conductor de Al**

35	7	8	11	13	14,8	13,8	17	-	-
50	8,1	9,1	12,1	14,1	15,9	14,9	17,7	20,9	25,1
70	9,8	10,8	13,8	15,8	17,6	16,8	19,4	21,8	25,4
<b>95</b>	<b>11,2</b>	<b>12,2</b>	15,2	17,2	19	18,2	<b>20,9</b>	22,6	<b>25,7</b>
120	12,7	13,7	16,7	18,7	20,5	26,5	22,3	24,1	26,5
<b>150</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	18	20	21,8	21,2	<b>23,8</b>	25,2	<b>27,6</b>
185	16,1	17,1	20,1	22,1	23,9	23,3	25,7	27,1	29,1
<b>240</b>	<b>17,9</b>	<b>19,3</b>	21,9	24,5	26,1	25,7	<b>28</b>	29,5	<b>31,8</b>
300	20,6	22	24,6	27,6	28,8	28,4	30,6	32,4	34,2
<b>400</b>	<b>23,1</b>	<b>24,5</b>	27,1	30,5	31,3	30,9	<b>33,2</b>	35,1	<b>37</b>
500	26,3	28,3	30,7	34,7	35,1	34,9	37,1	39,1	40,9



Nota: los valores de d, d' y D son iguales para cables unipolares y tripolares siempre que se trate del mismo material de conductor (Cu o Al), el mismo material de aislamiento (XLPE o HEPR) y la misma sección y tensión. Es decir, por ejemplo un cable de 1x240, 12/20 kV, Al Eprotenax Compact presenta iguales valores de d, d' y D que un cable 3x240, 12/20 kV, Al Eprotenax Compact.



## DIÁMETROS EXTERIORES Y PESOS DE CABLES EPROTENAX COMPACT

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km
	Tipo H (no armado)		Tipo FA (armado flejes Al)		Tipo MA (armado alambres Al)		Tipo HFA (armado flejes Al)		Tipo HMA (armado alambres Al)	
Unipolares 3,6/6 kV (Conductores de cobre)										
1 x 10	14,8	345	19,8	510	20,8	590	20,2	560	21,2	645
1 x 16	15,7	420	20,7	590	21,7	680	21,1	645	22,1	735
1 x 25	16,9	530	21,9	715	22,9	805	22,3	770	23,3	870
1 x 35	18,0	650	23,0	845	24,0	945	23,4	905	24,4	1010
1 x 50	19,3	795	24,3	995	25,3	1100	24,7	1065	25,7	1175
1 x 70	20,9	1020	25,9	1235	26,9	1350	26,3	1310	27,5	1445
1 x 95	22,6	1295	27,6	1525	28,6	1650	28,2	1620	29,2	1750
1 x 120	24,1	1560	29,1	1800	30,1	1935	29,7	1900	30,9	2050
1 x 150	25,3	1810	30,3	2060	31,5	2215	31,1	2180	33,1	2425
1 x 185	27,2	2190	32,2	2460	33,2	2610	32,8	2570	34,8	2830
1 x 240	30,3	2825	35,5	3135	37,5	3415	36,1	3260	38,1	3540
1 x 300	32,4	3410	37,4	3720	39,4	4015	38,2	3875	40,2	4180
1 x 400	35,1	4180	40,3	4530	42,1	4834	40,9	4675	42,9	5010
1 x 500	39,6	5400	44,8	5790	46,6	6131	45,6	5975	48,5	6455
Unipolares 3,6/6 kV (Conductores de aluminio)										
1 x 10	15,1	295	20,1	465	21,1	545	20,5	515	21,5	605
1 x 16	16,0	335	21,0	510	22,0	600	21,4	565	22,4	655
1 x 25	17,0	385	22,0	570	23,0	660	22,4	625	23,4	725
1 x 35	18,0	440	23,0	630	24,0	730	23,4	690	24,4	795
1 x 50	19,1	495	24,1	695	25,1	800	24,5	760	25,5	875
1 x 70	20,8	590	25,8	800	26,8	920	26,2	875	27,4	1010
1 x 95	22,2	690	27,2	915	28,2	1035	27,8	1005	28,8	1130
1 x 120	23,7	795	28,7	1035	29,7	1165	29,3	1130	30,5	1280
1 x 150	25,0	890	30,0	1140	31,2	1290	30,8	1255	32,8	1495
1 x 185	27,3	1075	32,3	1340	33,3	1495	32,9	1455	34,8	1705
1 x 240	29,6	1275	34,8	1580	36,8	1855	35,4	1700	37,4	1980
1 x 300	32,4	1540	37,4	1850	39,4	2145	38,2	2005	40,2	2310
1 x 400	35,6	1875	40,8	2240	42,6	2545	41,4	2380	43,4	2710
1 x 500	40,0	2280	45,2	2715	47,0	3055	46,0	2900	48,9	3400
	H (no armado)		F (armado flejes acero)		M (armado alambres acero)		HF (armado flejes acero)		HM (armado alambres acero)	
Tripolares 3,6/6 kV (Conductores de cobre)										
3 x 10	28,7	1385	30,9	1520	33,9	2225	34,5	2080	36,1	2685
3 x 16	31,1	1700	33,2	1835	37,0	2830	36,9	2390	38,5	3115
3 x 25	33,9	2140	36,0	2285	39,8	3370	39,7	2940	42,5	4020
3 x 35	36,4	2610	38,6	2765	42,4	3935	42,2	3465	45,0	4625
3 x 50	39,4	3175	43,6	3755	45,4	4590	45,4	4110	48,2	5345
3 x 70	43,1	4030	47,4	4685	50,2	5995	49,1	5045	51,9	6385
3 x 95	47,3	5115	51,7	5830	54,7	7305	53,5	6245	56,3	7720
3 x 120	50,8	6105	55,5	6915	58,3	8475	57,2	7340	60,0	8960
3 x 150	53,6	7035	58,8	7915	61,3	9550	60,0	8325	63,0	10055
3 x 185	57,4	8410	62,4	9335	65,2	11115	64,2	9845	67,0	11645
3 x 240	64,5	10825	69,6	11890	72,4	13880	71,3	12420	75,6	15295
3 x 300	69,2	12975	74,5	14145	77,3	16300	76,4	14750	80,7	17810
Tripolares 3,6/6 kV (Conductores de aluminio)										
3 x 10	29,4	1250	31,5	1385	34,5	2120	35,2	1960	36,8	2605
3 x 16	31,7	1465	33,9	1605	37,7	2515	37,3	2205	39,1	2910
3 x 25	34,1	1705	36,2	1850	40,0	2955	39,9	2515	42,7	3590
3 x 35	36,4	1965	38,6	2115	42,4	3285	42,2	2815	45,0	3980
3 x 50	39,0	2250	43,1	2830	44,9	3645	45,0	3180	47,8	4425
3 x 70	42,9	2710	47,2	3360	50,0	4675	48,9	3715	51,7	5060
3 x 95	46,5	3235	50,4	3870	53,4	5325	52,7	4345	55,5	5835
3 x 120	49,9	3755	54,7	4550	57,5	6080	56,3	4965	59,1	6560
3 x 150	52,9	4230	57,9	5095	60,7	6740	59,3	5505	62,3	7205
3 x 185	57,6	5045	62,6	5980	65,4	7754	64,4	6485	67,2	8320
3 x 240	63,0	6050	68,1	7085	70,9	9020	69,8	7605	74,1	10440
3 x 300	69,2	7325	74,5	8495	77,3	10650	76,4	9100	80,7	12155

## DIÁMETROS EXTERIORES Y PESOS DE CABLES EPROTENAX COMPACT

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km
	Tipo H (no armado)		Tipo HFA (armado flejes Al)		Tipo HMA (armado alambres Al)	
Unipolares - 6/10 kV (Conductores de cobre)						
1 x 16	18,7	665	24,1	900	24,8	975
1 x 25	19,8	780	25,2	1030	25,9	1105
1 x 35	20,9	895	26,3	1155	27,0	1235
1 x 50	22,2	1040	27,6	1315	28,3	1400
1 x 70	23,8	1270	29,2	1560	30,1	1670
1 x 95	25,5	1550	31,1	1880	31,8	1980
1 x 120	27,0	1815	32,6	2155	33,5	2280
1 x 150	28,2	2070	34,0	2440	35,7	2650
1 x 185	30,1	2475	35,7	2850	37,4	3075
1 x 240	33,4	3130	39,0	3535	40,7	3790
1 x 300	35,3	3705	41,1	4155	42,8	4415
1 x 400	38,0	4500	43,8	4975	45,5	5255
1 x 500	41,5	5640	47,5	6175	50,2	6620
Unipolares - 6/10 kV (Conductores de aluminio)						
1 x 16	18,9	515	24,3	810	25,0	885
1 x 25	19,9	560	25,3	875	26,0	950
1 x 35	20,9	612	26,3	940	27,0	1020
1 x 50	22,0	665	27,4	1010	28,1	1100
1 x 70	23,7	750	29,1	1125	30,0	1235
1 x 95	25,1	845	30,7	1260	31,4	1360
1 x 120	26,6	945	32,2	1390	33,1	1515
1 x 150	27,9	1035	33,7	1520	35,4	1730
1 x 185	30,2	1215	36,2	1725	37,9	1950
1 x 240	32,6	1413	38,3	1975	40,0	2210
1 x 300	35,3	1650	41,1	2285	42,8	2545
1 x 400	38,5	1965	44,3	2635	46,0	2910
1 x 500	41,9	2315	47,9	3075	50,6	3525

	Tipo H (no armado)		Tipo HF (armado flejes acero)		Tipo HM (armado alambres acero)	
Tripolares - 6/10 kV (Conductores de cobre)						
3 x 16	35,2	2080	41,0	2850	42,5	3610
3 x 25	37,7	2520	43,5	3400	46,4	4620
3 x 35	40,3	3015	46,1	3950	48,8	5210
3 x 50	43,3	3605	49,3	4625	52,0	5995
3 x 70	47,4	4555	53,8	5680	56,5	7195
3 x 95	51,2	5640	57,6	6835	60,3	8445
3 x 120	54,7	6660	61,3	7960	64,0	9680
3 x 150	57,4	7605	64,0	8975	66,7	10775
3 x 185	61,3	9050	69,0	10600	71,7	12700
3 x 240	68,8	11610	75,8	13270	79,8	16330
3 x 300	73,3	13760	80,5	15555	84,5	18765
Tripolares - 6/10 kV (Conductores de aluminio)						
3 x 16	35,6	1830	41,4	2640	42,9	3410
3 x 25	38,0	2090	43,8	2970	46,7	4185
3 x 35	40,3	2370	46,1	3300	48,8	4560
3 x 50	42,9	2685	48,9	3690	51,6	5030
3 x 70	47,1	3245	53,5	4355	56,2	5830
3 x 95	50,4	3745	56,8	4925	59,5	6510
3 x 120	53,8	4300	60,4	5580	63,1	7275
3 x 150	56,8	4800	63,4	6145	66,1	7955
3 x 185	62,4	5690	69,2	7280	71,9	9230
3 x 240	66,9	6715	73,9	8345	77,9	11310
3 x 300	73,3	8125	80,5	9905	84,5	13115

## DIÁMETROS EXTERIORES Y PESOS DE CABLES EPROTENAX COMPACT

Sección nominal mm²	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km
	Tipo H (no armado)		Tipo HFA (armado flejes Al)		Tipo HMA (armado alambres Al)	
Unipolares 8,7/15 kV (Conductores de cobre)						
1 x 25	18,8	809	24,2	1065	24,9	1144
1 x 35	19,9	921	25,3	1186	26,2	1283
1 x 50	21,2	1060	26,8	1348	27,5	1446
1 x 70	22,8	1279	28,4	1590	29,1	1688
1 x 95	24,5	1553	30,3	1893	31,8	2074
1 x 120	26,2	1818	31,8	2158	33,5	2362
1 x 150	27,4	2060	33,2	2427	34,7	2623
1 x 185	29,7	2441	35,3	2813	37	3036
1 x 240	32,4	3046	38,2	3469	39,9	3715
1 x 300	34,5	3613	40,3	4055	41,8	4297
1 x 400	37,2	4362	43,2	4849	45,9	5259
1 x 500	40,7	5436	46,7	5961	49,4	6403
Unipolares 8,7/15 kV (Conductores de aluminio)						
1 x 25	18,9	600	24,3	921	25	1000
1 x 35	19,9	650	25,3	986	26,2	1083
1 x 50	21	633	26,6	1069	27,3	1156
1 x 70	22,7	708	28,3	1181	29	1279
1 x 95	24,1	880	29,9	1316	31,4	1488
1 x 120	25,8	992	31,4	1441	33,1	1637
1 x 150	27,1	1080	32,9	1572	34,4	1758
1 x 185	29,8	1250	35,4	1772	37,1	1990
1 x 240	31,7	1435	37,5	2009	39,2	2255
1 x 300	34,5	1690	40,3	2316	41,8	2557
1 x 400	37,7	1990	43,7	2669	46,4	3078
1 x 500	41,1	2325	47,1	3078	49,8	3520
	Tipo H (no armado)		Tipo HF (armado flejes acero)		Tipo HM (armado alambres acero)	
Tripolares - 8,7/15 kV (Conductores de cobre)						
3 x 25	39,7	2836	45,7	3739	48,4	4985
3 x 35	42,1	3297	48,3	4273	51	5599
3 x 50	45,5	3934	51,9	4999	54,6	6422
3 x 70	49,3	4836	55,5	5971	58,2	7524
3 x 95	53,2	5887	59,8	711	62,5	8761
3 x 120	56,6	6863	63,4	8198	66,1	9946
3 x 150	59,4	7784	66,2	9174	70,2	11723
3 x 185	64,1	9174	71,1	10695	75,1	13671
3 x 240	70,7	11634	77,9	13299	81,9	16331
3 x 300	75	13643	84,1	16228	86,6	18684
Tripolares - 8,7/15 kV (Conductores de aluminio)						
3 x 25	39,9	2441	45,9	3343	48,6	4622
3 x 35	42,1	2702	48,3	3669	51	4994
3 x 50	45	3078	51,4	4125	54,1	5557
3 x 70	49,1	3613	55,3	4734	58	6254
3 x 95	52,3	4115	58,9	5324	61,6	6952
3 x 120	55,7	4669	62,5	5975	65,2	7700
3 x 150	58,7	5171	65,5	6533	69,5	9091
3 x 185	64,7	6050	71,7	7719	75,7	10462
3 x 240	69,2	7142	76,4	8788	80,4	11727
3 x 300	75	8407	84,1	10969	86,6	13429

## DIÁMETROS EXTERIORES Y PESOS DE CABLES EPROTENAX COMPACT

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km
	Tipo H (no armado)		Tipo HFA (armado flejes Al)		Tipo HMA (armado alambres Al)	
Unipolares - 12/20 kV (Conductores de cobre)						
1 x 35	22,7	1009	28,3	1307	29	1400
1 x 50	24	1153	29,6	1465	30,5	1576
1 x 70	25,6	1381	31,4	1725	32,9	1902
1 x 95	27,5	1674	33,1	2018	34,8	2227
1 x 120	29	1925	34,8	2302	36,3	2506
1 x 150	30,4	2190	36	2562	37,7	2790
1 x 185	32,5	2562	38,3	2976	39,8	3190
1 x 240	35,4	3199	41,2	3641	42,7	3883
1 x 300	37,5	3776	43,3	4236	46	4631
1 x 400	40,2	4538	46	5022	48,7	5445
1 x 500	43,7	5626	49,7	6171	52,4	6636
Unipolares - 12/20 kV (Conductores de aluminio)						
1 x 35	23,7	728	28,3	1107	29	1200
1 x 50	24,8	783	29,4	1181	30,3	1297
1 x 70	26,5	878	31,3	1321	32,8	1497
1 x 95	28,6	960	32,7	1441	34,4	1641
1 x 120	30	1093	34,4	1590	35,9	1781
1 x 150	32	1200	35,7	1707	37,4	1925
1 x 185	33,2	1369	38,4	1930	39,9	2148
1 x 240	36	1600	40,5	2181	42	2418
1 x 300	38,5	1833	43,3	2497	46	2892
1 x 400	41,3	2130	46,5	2846	49,2	3264
1 x 500	44,1	2498	50,1	3288	52,8	3739

	Tipo H (no armado)		Tipo HF (armado flejes acero)		Tipo HM (armado alambres acero)	
Tripolares - 12/20 kV (Conductores de cobre)						
3 x 35	48	3873	54,4	4966	57,1	6440
3 x 50	51	4492	57,6	5664	60,3	7245
3 x 70	54,6	5403	61,2	6645	63,9	8323
3 x 95	58,5	6491	65,3	7826	68	9598
3 x 120	61,9	7500	68,9	8947	73,1	11616
3 x 150	64,7	8454	71,7	9951	75,9	12704
3 x 185	69,8	9960	77,2	11625	81,2	14926
3 x 240	76	12411	85,1	14982	87,6	17433
3 x 300	80,5	14508	89,6	17205	92,1	19790
Tripolares - 12/20 kV (Conductores de aluminio)						
3 x 35	48	3283	54,4	4362	57,1	5840
3 x 50	50,5	3636	57,1	4785	59,8	6338
3 x 70	54,4	4180	61	5403	63,7	7087
3 x 95	57,6	4715	64,4	6031	67,1	8709
3 x 120	61	5306	68	6715	72,2	9342
3 x 150	64	5840	71	7305	75,2	10067
3 x 185	70	6840	77,4	8509	81,4	11485
3 x 240	74,5	7910	83,6	10444	86,1	12871
3 x 300	80,5	9277	89,6	11950	92,1	14536

## DIÁMETROS EXTERIORES Y PESOS DE CABLES EPROTENAX COMPACT

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km
	Tipo H (no armado)		Tipo HFA (armado flejes Al)		Tipo HMA (armado alambres Al)	
Unipolares - 15/25 kV (Conductores de cobre)						
1 x 50	27,4	1297	33	1637	34,7	1841
1 x 70	29	1534	34,8	1906	36,3	2102
1 x 95	30,9	1837	36,5	2209	38,2	2437
1 x 120	32,4	2097	38,2	2506	39,7	2725
1 x 150	33,8	2371	39,4	2771	41,1	3016
1 x 185	35,9	2753	41,7	3190	43,2	3422
1 x 240	38,8	3408	44,8	3897	47,5	4306
1 x 300	40,9	3994	46,7	4478	49,4	4915
1 x 400	43,6	3836	49,6	5306	52,3	5761
1 x 500	47,1	5873	53,1	6445	55,8	6938
Unipolares - 15/25 kV (Conductores de aluminio)						
1 x 50	27,2	915	32,8	1353	34,5	1553
1 x 70	28,9	1020	34,7	1502	36,2	1697
1 x 95	30,5	1135	36,1	1632	37,8	1855
1 x 120	32	1240	37,8	1786	39,3	1999
1 x 150	33,5	1360	39,1	1911	40,8	2148
1 x 185	36	1535	41,8	2148	43,3	2381
1 x 240	38,1	1750	44,1	2432	46,8	2831
1 x 300	40,9	2025	46,7	2739	49,4	3176
1 x 400	44,1	2360	50,1	3125	52,8	3580
1 x 500	47,5	2725	53,5	3562	56,2	4055
	Tipo H (no armado)		Tipo HF (armado flejes acero)		Tipo HM (armado alambres acero)	
Tripolares - 15/25 kV (Conductores de cobre)						
3 x 50	57,6	2483	64,4	6575	67,1	8333
3 x 70	61,2	6236	68	7635	72	10267
3 x 95	65,1	7375	72,1	8835	76,3	11592
3 x 120	68,9	8505	76,1	10095	80,3	13029
3 x 150	71,7	9495	80,6	11885	83,1	14159
3 x 185	76,4	10974	85,5	13950	88	16135
3 x 240	82,6	13522	91,9	16284	94,4	18893
3 x 300	87,1	15675	96,4	18567	98,9	21357
Tripolares - 15/25 kV (Conductores de aluminio)						
3 x 50	57,1	4413	63,9	5691	66,6	7417
3 x 70	61	5008	67,8	6394	71,8	9030
3 x 95	64,2	5589	71,2	7031	75,4	9742
3 x 120	68	6301	75,2	7843	79,7	10741
3 x 150	71,1	6877	80	9221	82,5	11509
3 x 185	76,6	7863	85,7	10416	88,2	12834
3 x 240	81,1	8998	90,4	11727	92,9	14313
3 x 300	87,1	10453	96,4	13313	98,9	16103

## DIÁMETROS EXTERIORES Y PESOS DE CABLES EPROTENAX COMPACT

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km
	Tipo H (no armado)		Tipo HFA (armado flejes Al)		Tipo HMA (armado alambres Al)	
Unipolares - 18/30 kV (Conductores de cobre)						
1 x 50	28,4	1432	34,2	1814	35,9	2027
1 x 70	30,2	1693	35,8	2074	37,5	2302
1 x 95	32,1	2004	37,7	2399	39,4	2641
1 x 120	33,6	2274	39,4	2706	40,9	2934
1 x 150	34,8	2530	40,8	2995	43,5	3376
1 x 185	37,1	2943	43,1	3427	45,8	3822
1 x 240	40	3613	45,8	4106	48,5	4534
1 x 300	42,1	4208	48,1	4743	50,8	5203
1 x 400	44,8	4999	50,8	5557	53,5	6040
1 x 500	48,1	6092	54,5	6743	57,2	7259
Unipolares - 18/30 kV (Conductores de aluminio)						
1 x 50	31	1095	34	1530	35,7	1748
1 x 70	32,8	1205	35,7	1665	37,4	1888
1 x 95	34,4	1330	37,3	1818	39	2055
1 x 120	35	1435	39	1986	40,5	2218
1 x 150	36,3	1500	40,5	2134	43,2	2516
1 x 185	38	1730	43,2	2385	45,9	2795
1 x 240	40,4	1900	45,1	2637	47,8	3060
1 x 300	42,5	2200	48,1	3004	50,8	3464
1 x 400	45,7	2550	51,3	3376	54	3864
1 x 500	48,7	2876	54,9	3860	57,6	4376

	Tipo H (no armado)		Tipo HF (armado flejes acero)		Tipo HM (armado alambres acero)	
Tripolares - 18/30 kV (Conductores de cobre)						
3 x 50	61,7	5999	68,7	7496	72,7	10128
3 x 70	65,8	7152	72,8	8691	76,8	11499
3 x 95	69,7	8342	76,9	9937	81,1	12969
3 x 120	73,1	9440	82,2	11932	84,7	14317
3 x 150	75,9	10463	85	13029	87,5	15471
3 x 185	80,6	11992	89,9	14927	92,4	17438
3 x 240	86,8	14624	96,3	17577	98,8	20404
3 x 300	91,1	16782	100,8	19907	103,3	22873
Tripolares - 18/30 kV (Conductores de aluminio)						
3 x 50	61,3	5208	68,3	6608	72,3	9244
3 x 70	65,6	5929	72,6	7445	76,6	10258
3 x 95	68,8	6552	76	8124	80,2	11109
3 x 120	72,2	7226	81,3	9667	83,8	12016
3 x 150	75,2	7840	84,3	10360	86,8	12820
3 x 185	80,8	8886	90,1	11658	92,6	14229
3 x 240	85,3	10090	94,8	12997	97,3	15750
3 x 300	91,1	11560	100,8	14652	103,3	17619

**Nota:**

En los cables de tensiones nominales 1,8/3 y 3,6/6 kV la pantalla metálica está formada por cintas de cobre, solapadas, arrolladas en hélice.

En los cables de tensiones nominales comprendidas entre 6/10 y 18/30 kV la pantalla metálica está constituida por una corona de hilos de cobre.

En los cables tripolares, la pantalla metálica está formada por cintas de cobre, solapadas, arrolladas en hélice sobre la capa semiconductor externa de cada fase.

## TABLAS DE DATOS TÉCNICOS DE CABLES EPROTENAX COMPACT

TABLA I

Características mecánicas, físicas y químicas mínimas de la goma etileno propileno de alto módulo (HEPR), según prescripciones de la norma IEC 60502 y UNE-HD 620-9E.

Características	Unidad	HEPR
<b>Mecánicas</b>		
Valores en estado inicial:		
- Carga rotura mínima	N/cm <sup>2</sup>	850
- Alargamiento mínimo	%	200
- Módulo elástico mínimo al 150% de alargamiento	N/cm <sup>2</sup>	450
Después de envejecimiento en estufa de aire:		
- Tratamiento:		
Temperatura	°C	150
Duración	h	168
Variación del valor inicial admitido:		
- Carga de rotura	%	± 30
- Alargamiento	%	± 30
<b>Físicas</b>		
a) Absorción de agua:		
- Método ponderal:		
Temperatura	°C	100
Duración	h	24
- Variación de masa admitida	mg/cm <sup>2</sup>	3
b) Ensayo de resistencia al ozono:		
- Concentración de ozono, en volumen	%	0,025 a 0,030
- Duración del ensayo sin aparición de grietas	h	30
<b>Químicas</b>		
Comprobación de la reticulación:		
- Tratamiento:		
Temperatura	°C	200
Tiempo bajo carga	mín.	15
Esfuerzo mecánico	N/cm <sup>2</sup>	20
- Alargamiento máximo bajo carga	%	175
- Alargamiento permanente máximo después del enfriamiento	%	15

Los ensayos para la comprobación de estas características se realizan según la Norma UNE EN 60811.

TABLA II

Características de las cubiertas PVC y de poliolefinas (VEMEX = DMZ1) de los cables EPROTENAX COMPACT.

Características	Unidades	Cubierta PVC	Cubierta VEMEX (DMZ1) (habitual)
<b>Mecánicas</b>			
a) Sin envejecimiento			
- Resistencia mínima a la tracción	N/mm <sup>2</sup>	12.50	15
- Alargamiento mínimo a la rotura	%	150	500
b) Después de envejecimiento			
Tratamiento:			
Temperatura	°C	100	110 ± 2
Duración	h	168	336
- Resistencia mínima a la tracción	N/mm <sup>2</sup>	-	-
- Variación	%	25	-
- Alargamiento mínimo a la rotura	%	-	300
- Variación	%	± 25	-
c) Después de envejecimiento a cable completo			
Tratamiento:			
Temperatura	°C	100 ± 2	100 ± 2
Duración	h	168	168
- Resistencia mínima a la tracción	N/mm <sup>2</sup>	-	-
- Variación	%	± 25	-
- Alargamiento mínimo a la rotura	%	-	300
- Variación	%	± 25	-
<b>Físico-Químicas</b>			
a) Pérdida de masa			
Tratamiento:			
Temperatura	°C	100	100 ± 2
Duración	h	168	168
- Pérdida máxima:	mg/cm <sup>2</sup>	1.5	0.5
b) Presión a temperatura elevada			
Tratamiento:			
Temperatura	°C	90	115 ± 2
Duración	h	6	6
Coefficiente k	-	0.7	0.7
- Profundidad máxima de la huella	%	50	50
c) Comportamiento a baja temperatura:			
Tratamiento: Temperatura	°C	-15	-30 ± 2
Tipo de muestra: Halterio	-	-	-
- Alargamiento mínimo a la rotura	%	20	20
d) Resistencia al desgarro (con corte)			
Tratamiento: Temperatura	°C	20 ± 5	20 ± 5
- Resistencia mínima	N/mm <sup>2</sup>	10	24
e) Contracción a cable completo			
Tratamiento:			
Temperatura	°C		80 ± 2
Duración	h		5x5
- Contracción máxima	%		7



TABLA II (CONTINUACIÓN)

Características de las cubiertas PVC y de poliolefinas (VEMEX  $\equiv$  DMZ1) de los cables EPROTENAX COMPACT.

Características	Unidades	Cubierta PVC	Cubierta VEMEX (DMZ1) (habitual)
<b>Físico-Químicas</b>			
f) Resistencia a la abrasión Tratamiento: Temperatura Masa aplicada Velocidad - Mínimo número de desplazamientos	°C kg m/s -		$20 \pm 5$ 36 $0.3 \pm 15\%$ 8
g) Absorción de agua (método gravimétrico) Tratamiento: Temperatura Duración - Variación máxima de masa	°C h mg/cm <sup>2</sup>	$85 \pm 2$ 336 5	$85 \pm 2$ 336 0.5
h) Contenido en metales pesados - Contenido en plomo	%	>1	<0.5 (*)
i) Emisión de gases ácidos (corrosividad) - Valor mínimo de pH - Valor máximo de la conductividad	pH μS/mm	3 100	4,3 10
j) Pérdida de las características mecánicas debido a la exposición a la intemperie - Variación máxima de la resistencia a la tracción. - Variación máxima del alargamiento	% %	25 25	15 15

Las características de la cubierta normal corresponden al tipo de mezcla ST2 (PVC) especificado en la Norma IEC 60502.

Las características de la cubierta VEMEX corresponden al tipo de mezcla de poliolefina especificado en la UNE HD 620. Los ensayos para la comprobación de estas características se realizan según la Norma UNE 60811.

(\*) El compuesto utilizado para la cubierta Z1 (VEMEX), no contiene hidrocarburos volátiles ni halógenos, ni metales pesados (excepto una mínima cantidad de Pb en caso de cubiertas con coloración roja).

TABLA III Resistencia	Sección nominal mm <sup>2</sup>	R máx Ω/km	
		Cobre desnudo	Aluminio
	120	0.153	0.253
	150	0.124	0.206
	185	0.0997	0.164
10	240	0.0754	0.125
16	300	0.0601	0.100
25	400	0.0470	0.078
35	500	0.0366	0.0605
50		0.387	0.641
70		0.268	0.443
95		0.193	0.320

Los valores que figuran en la presente tabla están de acuerdo a la norma UNE EN 60228. Los diámetros de las cuerdas son aproximados.

TABLA IV

Capacidad en  $\mu\text{F}/\text{km}$ 

Sección nominal $\text{mm}^2$	Cables unipolares y tripolares apantallados						
	1,8/3 kV	3,6/6 kV	6/10 kV	8,7/15 kV	12/20 kV	12/25 kV	18/30 kV
10	0.248	0.199	-	-	-	-	-
16	0.282	0.224	0.208	-	-	-	-
25	0.327	0.257	0.234	-	-	-	-
35	0.368	0.288	0.262	0.275	0.199	-	-
50	0.416	0.324	0.293	0.309	0.229	0.183	0.150
70	0.475	0.367	0.332	0.342	0.258	0.215	0.176
<b>95</b>	0.499	0.414	0.374	0.385	<b>0.283</b>	0.249	<b>0.204</b>
120	0.550	0.454	0.409	0.423	0.315	0.271	0.232
<b>150</b>	0.590	0.487	0.438	0.441	<b>0.333</b>	0.294	<b>0.250</b>
185	0.648	0.533	0.488	0.482	0.366	0.324	0.281
<b>240</b>	0.752	0.617	0.553	0.543	<b>0.435</b>	0.365	<b>0.301</b>
300	0.816	0.668	0.599	0.587	0.455	0.387	0.340
<b>400</b>	0.853	0.735	0.658	0.646	<b>0.501</b>	0.417	<b>0.367</b>
500	0.907	0.793	0.737	0.718	0.556	0.465	0.409

Valores informativos calculados en base a los datos dimensionales de los cables que figuran en este catálogo.

TABLA V

Tensiones de ensayo en fábrica

Tensión nominal $U_0/U$ (kV)	Ensayo de tensión. Tensión aplicada en c.a. durante 5 min para $U \leq 30$ kV (kV)	Ensayo de descargas parciales. Tensión de ensayo (kV)	Nivel de aislamiento a impulsos, $U_p$ (kV)
1,8/3	6.5	-	-
3,6/6	12.5	6.3	60
6/10	21	10.5	75
8,7/15	30.5	15.2	95
12/20	42	21	125
15/25	52.5	26.2	145
18/30	63	31.5	170

TABLA VI

Resistencia a la frecuencia de 50 Hz (90 °C)

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Resistencia máxima en c.a. y a 90 °C en Ω/km			
	Cables Unipolares		Cables Tripolares	
	Cu	Al	Cu	Al
10	2.310	-	2.346	-
16	1.455	2.392	1.479	2.431
25	0.918	1.513	0.936	1.542
35	0.663	1.093	0.675	1.112
50	0.490	0.800	0.499	0.822
70	0.339	0.558	0.345	0.568
<b>95</b>	0.245	<b>0.403</b>	0.249	0.410
120	0.195	0.321	0.197	0.324
<b>150</b>	0.159	<b>0.262</b>	0.161	0.265
185	0.127	0.209	0.129	0.212
<b>240</b>	0.098	<b>0.161</b>	0.099	0.163
300	0.078	0.128	-	-
<b>400</b>	0.062	<b>0.102</b>	-	-
500	0.051	0.084	-	-

TABLA VII

Resistencia a la frecuencia de 50 Hz (105 °C)

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Resistencia máxima en c.a. y a 105 °C en Ω/km			
	Cables Unipolares		Cables Tripolares	
	Cu	Al	Cu	Al
10	2.446	-	2.484	-
16	1.540	2.533	1.566	2.574
25	0.972	1.602	0.991	1.633
35	0.702	1.157	0.715	1.176
50	0.519	0.847	0.528	0.087
70	0.359	0.591	0.365	0.601
<b>95</b>	0.259	<b>0.430</b>	0.264	0.434
120	0.206	0.340	0.209	0.343
<b>150</b>	0.168	<b>0.277</b>	0.170	0.281
185	0.134	0.221	0.137	0.224
<b>240</b>	0.104	<b>0.168</b>	0.105	0.173
300	0.083	0.136	-	-
<b>400</b>	0.066	<b>0.105</b>	-	-
500	0.054	0.089	-	-

Nota: La caída de tensión de la línea para el caso de corriente alterna trifásica, se calcula con la fórmula aproximada:  $\Delta U = \sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot (R \cdot \cos \phi + X \cdot \sin \phi)$ . Donde L, en km, es la longitud de la línea. I, en A, es la intensidad de corriente a transportar. (Se recomienda ver ejemplo de cálculo en la página 34).

TABLA VIII




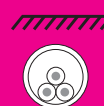
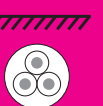

Reactancia la frecuencia de 50 Hz

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Reactancia X en Ω/km por fase Tensión nominal del cable						
	1,8/3 kV	3,6/6 kV	6/10 kV	8,7/15 kV	12/20 kV	12/25 kV	18/30 kV
Tres cables unipolares en contacto mutuo							
10	0.135	-	-	-	-	-	-
16	0.126	-	-	-	-	-	-
25	0.118	0.125	0.134	0.141	-	-	-
35	0.113	0.118	0.128	0.135	0.140	-	-
50	0.108	0.113	0.122	0.128	0.130	0.140	0.148
70	0.101	0.106	0.115	0.120	0.122	0.130	0.137
<b>95</b>	0.099	0.102	0.110	0.115	<b>0.118</b>	0.121	<b>0.129</b>
120	0.095	0.098	0.106	0.111	0.112	0.118	0.123
<b>150</b>	0.093	0.096	0.102	0.108	<b>0.110</b>	0.115	<b>0.118</b>
185	0.089	0.093	0.100	0.104	0.106	0.110	0.113
<b>240</b>	0.088	0.090	0.097	0.101	<b>0.102</b>	0.106	<b>0.109</b>
300	0.086	0.088	0.093	0.097	0.099	0.103	0.105
<b>400</b>	0.085	0.086	0.091	0.095	<b>0.096</b>	0.100	<b>0.102</b>
500	0.084	0.084	0.089	0.092	0.093	0.096	0.099
Un cable tripolar							
10	0.115	-	-	-	-	-	-
16	0.107	-	-	-	-	-	-
25	0.100	0.105	0.118	0.127	-	-	-
35	0.095	0.100	0.112	0.120	0.121	-	-
50	0.091	0.095	0.106	0.114	0.113	0.124	0.135
70	0.086	0.090	0.100	0.107	0.106	0.115	0.125
95	0.083	0.087	0.096	0.102	0.101	0.108	0.115
120	0.081	0.084	0.093	0.098	0.097	0.103	0.110
150	0.079	0.082	0.090	0.096	0.095	0.100	0.105
185	0.079	0.081	0.089	0.094	0.093	0.097	0.101
240	0.076	0.079	0.085	0.090	0.090	0.093	0.097

Nota: La caída de tensión de la línea para el caso de corriente alterna trifásica, se calcula con la fórmula aproximada:  $\Delta U = \sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi)$ . Donde **L**, en km, es la longitud de la línea. **I**, en **A**, es la intensidad de corriente a transportar. (Se recomienda ver ejemplo de cálculo en la página 34).

TABLA IX

Intensidad máxima admisible (A), en servicio permanente, para cables aislados con HEPR (Eprotenax Compact) sin armadura.

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Tensión nominal					
	105 °C 1,8/3 kV a 18/30 kV					
	(1) 	(2) 	(3) 	(4) 	(5) 	(6) 
Conductores de Cu						
10	-	-	-	-	-	-
16	120	110	105	98	102	94
25	160	145	135	125	130	120
35	195	180	160	150	155	145
50	230	215	190	180	185	170
70	295	265	235	220	225	210
95	355	320	280	260	265	250
120	410	365	320	295	305	285
150	465	415	360	330	340	315
185	535	475	405	375	385	355
240	630	555	470	440	445	420
300	725	635	530	500	-	-
400	840	-	600	565	-	-
500	975	-	680	650	-	-
630	1125	-	765	730	-	-
Conductores de Al						
16	96	85	82	76	78	72
25	125	110	105	95	100	95
35	150	135	125	115	120	110
50	180	160	145	135	145	130
70	225	200	180	170	170	160
<b>95</b>	<b>275</b>	240	<b>215</b>	<b>200</b>	205	190
120	320	280	245	230	235	215
<b>150</b>	<b>360</b>	315	<b>275</b>	<b>255</b>	265	240
185	415	360	315	290	295	275
<b>240</b>	<b>495</b>	425	<b>365</b>	<b>345</b>	345	325
300	565	485	410	390	390	365
<b>400</b>	<b>660</b>	-	<b>470</b>	<b>450</b>	-	-
500	775	-	540	515	-	-
630	905	-	615	590	-	-

(1) Tres cables unipolares agrupados, instalados al aire.

(2) Un cable trifásico, instalado al aire, protegido del sol.

(3) Tres cables unipolares agrupados, enterrados a 1 m de profundidad.

(4) Tres cables unipolares bajo tubo, enterrados a 1 m de profundidad.




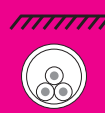
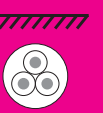
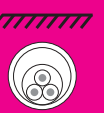
(5) Un cable trifásico, enterrado a 1 m. de profundidad.

(6) Un cable trifásico bajo tubo, enterrado a 1 m de profundidad

Temperatura del terreno °C: 25  
 Temperatura del aire °C: 40  
 Resistividad térmica terreno K·m/W: 1,5  
 Temperatura del conductor en °C: 105

TABLA IX bis

Intensidad máxima admisible (A), en servicio permanente, para cables aislados con HEPR (Eprotenax Compact) con armadura.

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Tensión nominal					
	105 °C 1,8/3 kV a 18/30 kV					
	(1) 	(2) 	(3) 	(4) 	(5) 	(6) 
Conductores de Cu						
10	-	-	-	-	-	-
16	120	105	105	98	100	94
25	155	140	135	125	130	120
35	190	170	160	145	155	145
50	225	205	190	175	185	170
70	280	255	235	215	225	210
95	335	305	275	250	265	245
120	385	350	310	285	300	280
150	435	395	345	315	335	310
185	495	450	385	355	380	350
240	575	530	435	400	440	415
300	650	605	480	445	495	465
400	745	-	530	490	-	-
500	855	-	585	545	-	-
630	975	-	635	595	-	-
Conductores de Al						
16	90	80	80	76	78	72
25	115	110	100	95	100	90
35	140	130	125	115	120	110
50	170	160	150	135	140	130
70	210	195	180	165	170	160
95	255	235	215	195	205	190
120	295	270	245	220	230	215
150	330	305	270	250	260	240
185	380	345	305	280	290	270
240	445	405	350	325	335	315
300	505	470	390	360	385	360
400	585	-	440	405	-	-
500	675	-	490	460	-	-
630	775	-	545	510	-	-

- (1) Tres cables unipolares agrupados, instalados al aire.  
 (2) Un cable trifásico, instalado al aire, protegido del sol.  
 (3) Tres cables unipolares agrupados, enterrados a 1 m de profundidad.  
 (4) Tres cables unipolares bajo tubo, enterrados a 1 m de profundidad.  
 (5) Un cable trifásico, enterrado a 1 m. de profundidad.  
 (6) Un cable trifásico bajo tubo, enterrado a 1 m de profundidad

Temperatura del terreno °C: 25  
 Temperatura del aire °C: 40  
 Resistividad térmica terreno K·m/W: 1,5  
 Temperatura del conductor en °C: 105

TABLA X

Diámetros medios aproximados (en mm) de las pantallas constituidas por cintas de cobre.

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Tensiones nominales U <sub>0</sub> /U en kV						
	1,8/3 kV	3,6/6 kV	6/10 kV	8,7/15 kV	12/20 kV	12/25 kV	18/30 kV
10	9.4	11.0	-	-	-	-	-
16	10.3	11.9	12.8	-	-	-	-
25	11.5	13.1	13.9	16.1	-	-	-
35	12.6	14.2	15.0	17.2	16.8	-	-
50	13.9	15.5	16.3	18.5	18.1	19.5	21.9
70	15.5	17.1	17.9	20.1	19.7	21.1	23.5
95	17.6	18.8	19.6	21.8	21.4	22.8	25.9
120	19.1	20.3	21.1	23.3	22.9	24.3	26.7
150	20.3	21.5	22.3	24.5	24.1	25.5	27.9
185	22.0	23.2	24.4	26.6	26.2	27.6	30
240	25.1	26.3	27.1	29.3	28.9	30.3	32.7
300	27.5	28.2	29.0	31.2	30.8	32.2	34.6
400	29.9	30.7	31.5	33.7	33.3	34.7	37.3
500	34.2	35.0	34.8	37.0	37.6	38	41,2

TABLA XI

Intensidad de cortocircuito admisible, en amperios, en pantallas constituidas por cintas de cobre de 0,1 mm de espesor.

Diámetro medio de pantalla mm	Duración del cortocircuito, en segundos								
	0,1	0,2	0,3	0,5	1	1,5	2	2,5	3
<13,5	2030	1550	1330	1110	880	775	710	660	685
13,5 a 27	2540	1935	1665	1390	1100	970	885	830	786
>27,0	3555	2710	2330	1945	1545	1355	1240	1160	1100

Los datos relacionados en esta tabla se han calculado de acuerdo con la norma IEC 60949. Si el cable considerado es trifásico, con las pantallas metálicas en contacto, la intensidad de retorno en un cortocircuito monofásico circularía por las pantallas de los tres conductores. Por ello, la pantalla metálica de cada fase debe ser capaz de soportar un tercio de la intensidad de cortocircuito requerida.

TABLA XII

Intensidad de cortocircuito admisible, en amperios, en pantallas constituidas por una corona de alambres de cobre de diámetro inferior a 1 mm.

Sección de pantalla mm <sup>2</sup>	Duración del cortocircuito, en segundos								
	0,1	0,2	0,3	0,5	1	1,5	2	2,5	3
10	5300	3880	3250	2620	1990	1720	1560	1450	1370
16	8320	6080	5090	4110	3130	2700	2440	2270	2150
25	12700	9230	7700	6160	4630	3960	3560	3290	3100

Los datos relacionados en esta tabla han sido calculados de acuerdo con la norma IEC 60949.

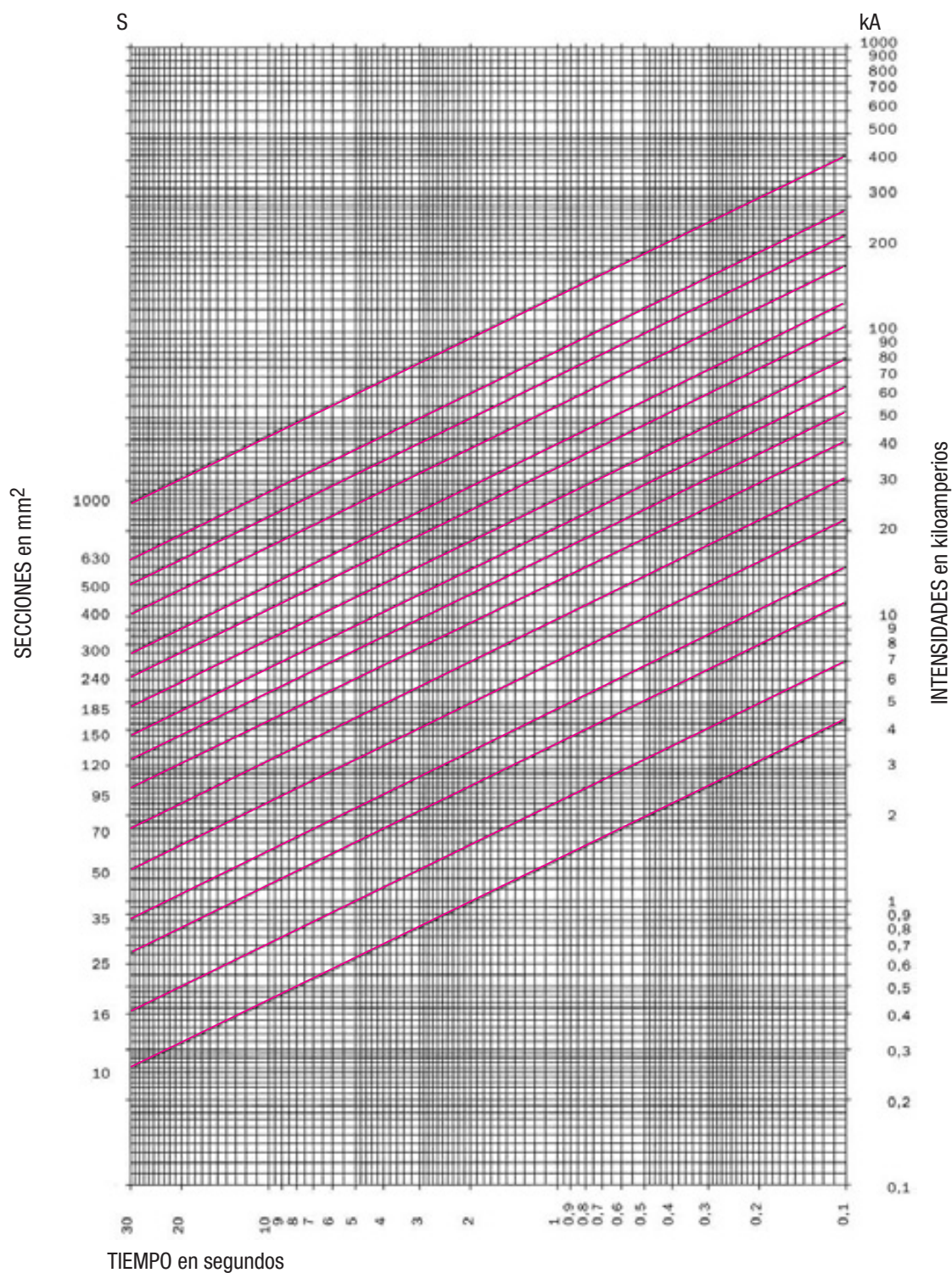


## GRÁFICOS DE INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO EN EL CONDUCTOR PARA LOS CABLES TIPO EPROTENAX COMPACT

## GRÁFICO I

Intensidades térmicamente admisibles en cortocircuito para conductores de cobre.

(Según Normas IEC 60949 y UNE 21192).



Temperatura máxima en servicio permanente 105 °C.

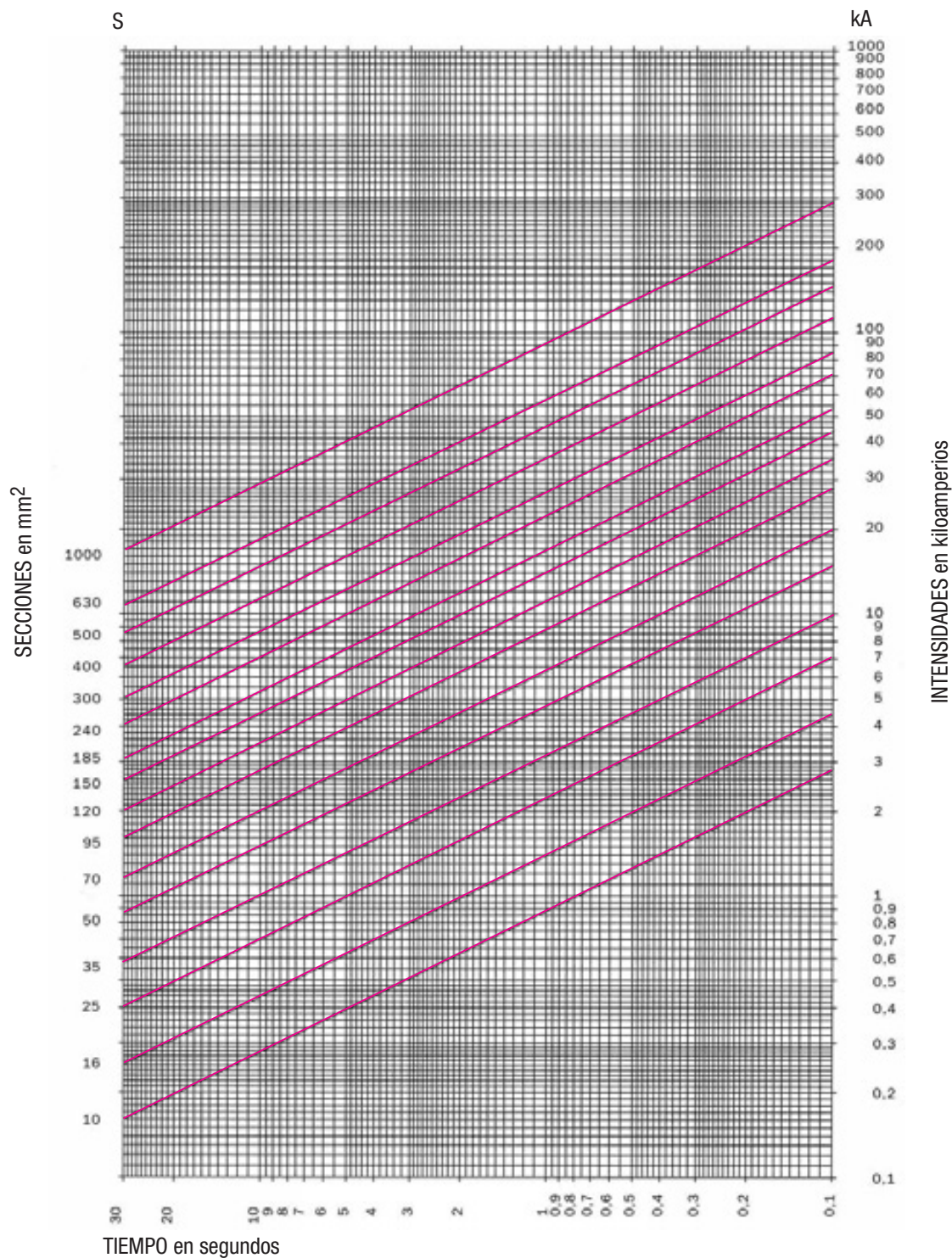
Temperatura máxima en cortocircuito 250 °C.



**GRÁFICO II**

Intensidades térmicamente admisibles en cortocircuito para conductores de aluminio.

(Según Normas IEC 60949 y UNE 21192).



Temperatura máxima en servicio permanente 105 °C.

Temperatura máxima en cortocircuito 250 °C.

# **CABLES TIPO VOLTALENE**

## **(aislamiento de XLPE)**

## EQUIVALENCIAS ENTRE DESIGNACIONES PRYSMIAN PARA CABLES VOLTALENE Y DESIGNACIONES UNE

VOLTALENE	FORMACIÓN	PANTALLA	ARMADURA	DENOMINACIÓN UNE	
				CAMPO NO RADIAL (1)	CAMPO RADIAL
H	Unipolar	Sí	No	—	RHZ1
	Tripolar	Individual sobre cada fase	No		
FA	Unipolar	No	Flejes aluminio	RFAV	—
F	Tripolar		Flejes acero	RFV	—
HFA	Unipolar	Sí	Flejes aluminio	—	RHVFAV
HF	Tripolar		Flejes acero	—	RHVFV
MA	Unipolar	No	Alambres de aluminio <sup>2</sup>	RMAV	—
M	Tripolar		Alambres de acero	RMV	—
HMA	Unipolar	Sí	Alambres de aluminio <sup>2</sup>	—	RHVMAV
HM	Tripolar		Alambres de acero	—	RHV MV
P	Unipolar o Tripolar	Con tubo de plomo		RPV	—
HP <sup>3</sup>		Con tubo de plomo y apantallado individual		—	RHVPV
O		Con pantalla conjunta		ROZ1	—

(1) Sólo para cables de 1,8/3 kV y 3,6/6 kV de tensión nominal.

(2) La armadura MA sólo debe utilizarse en casos absolutamente necesarios ya que al tratarse de una armadura de una sección considerable de aluminio, se puede inducir unas corrientes de circulación a tierra nada despreciables. Esto puede motivar que la intensidad de corriente admisible por el conductor de fase se vea minorada sobre todo en el caso de que los cables unipolares estén separados entre sí. Ver tablas de intensidades admisibles.

(3) Para tensiones superiores a 3,6/6 kV.

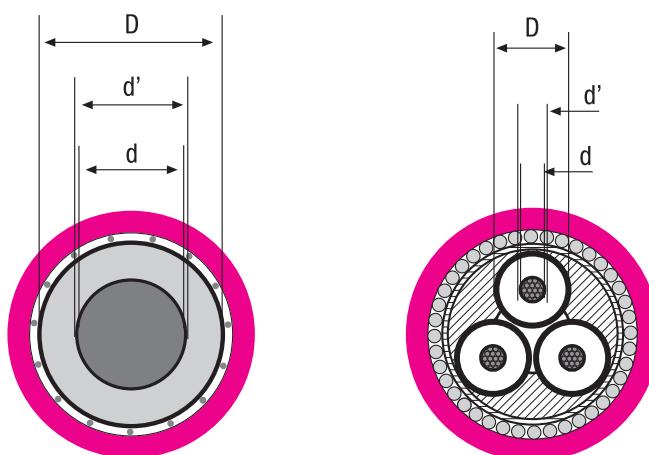
Todos los cables deben disponer de una protección metálica que los envuelva, bien sea al menos una pantalla o una armadura. Requisito exigido en la Norma IEC 60502 para los cables de tensión nominal superior a 1000 V.

Las secciones mínimas que figuran en el presente catálogo son las normalizadas por IEC.

Conviene tener presente que los valores que se indican en las referidas tablas no deben entenderse como exactos, sino solamente a título informativo. Son susceptibles de variación sin previo aviso.

## DIÁMETROS BAJO AISLAMIENTO DE CABLES VOLTALENE (UNIPOLARES Y TRIPOLARES)

Sección mm <sup>2</sup>	d Cuerda mm	d' Semic. int. mm	D sobre aislamiento						
			1,8/3 kV	3,6/6 kV	6/10 kV	8,7/15 kV	12/20 kV	15/25 kV	18/30 kV
Conductor de Cu									
35	7	8	11	13	14,8	17	19	-	-
50	8,3	9,3	12,3	14,3	16,1	18,3	20,3	22,9	25,3
70	9,9	10,9	13,9	15,9	17,7	19,9	21,9	24,5	26,9
95	11,6	12,6	15,6	17,6	19,4	21,6	23,6	26,2	28,6
120	13,1	14,1	17,1	19,1	20,9	23,1	25,1	27,7	30,1
150	14,3	15,3	18,3	20,3	22,1	24,3	26,3	28,9	31,3
185	16	17	20	22	23,8	26	28	30,6	33
240	18,7	20,1	22,7	25,3	26,9	29,1	31,1	33,7	36,1
300	20,6	22	24,6	27,6	28,8	31	33	35,6	38
400	23,1	24,5	27,1	30,5	31,3	33,5	35,5	38,1	40,5
500	26,4	28,4	30,8	34,8	35,2	37,4	39,4	42	44,4
Conductor de Al									
35	7	8	11	13	14,8	17	19	-	-
50	8,1	9,1	12,1	14,1	15,9	18,1	20,1	22,7	25,1
70	9,8	10,8	13,8	15,8	17,6	19,8	21,8	24,4	26,8
95	11,2	12,2	15,2	17,2	19	21,2	23,3	25,8	28,3
120	12,7	13,7	16,7	18,7	20,5	22,7	24,7	27,3	29,7
150	14	15	18	20	21,8	24	26,1	28,6	31,2
185	16,1	17,1	20,1	22,1	23,9	26,1	28,1	30,7	33,1
240	17,9	19,3	21,9	24,5	26,1	28,3	30,2	32,9	34,5
300	20,6	22	24,6	27,6	28,8	31	33	35,6	38
400	23,1	24,5	27,1	30,5	31,3	33,5	35,5	38,1	40,6
500	26,3	28,3	30,7	34,7	35,1	37,3	39,3	41,9	44,3



Nota: los valores de d, d' y D son iguales para cables unipolares y tripolares siempre que se trate del mismo material de conductor (Cu o Al), el mismo material de aislamiento (XLPE o HEPR) y la misma sección y tensión. Es decir, por ejemplo un cable de 1x240, 12/20 kV, Al Eprotenax Compact presenta iguales valores de d, d' y D que un cable 3x240, 12/20 kV, Al Eprotenax Compact.

## DIÁMETROS EXTERIORES Y PESOS DE CABLES VOLTALENE

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km
	Tipo H (no armado)		Tipo FA (armado flejes Al)		Tipo MA (armado alambres acero)		Tipo HFA (armado flejes Al)		Tipo HMA (armado alambres acero)	
Unipolares - 1,8/3 kV (Conductores de cobre)										
1 x 10	12.8	275	17.8	425	18.5	480	18.2	470	18.9	525
1 x 16	13.8	350	18.8	510	19.5	565	19.2	555	19.9	615
1 x 25	14.9	455	19.9	620	20.6	680	20.3	670	21.0	735
1 x 35	16.0	565	21.0	745	21.7	810	21.4	795	22.1	865
1 x 50	17.3	705	22.3	890	23.0	965	22.7	950	23.4	1020
1 x 70	18.9	925	23.9	1125	24.6	1205	24.3	1190	25.0	1265
1 x 95	20.6	1195	25.6	1410	26.3	1495	26.0	1480	26.7	1570
1 x 120	22.1	1445	27.1	1670	27.8	1765	27.5	1745	28.4	1855
1 x 150	23.3	1690	28.3	1925	29.0	2025	28.9	2020	29.6	2125
1 x 185	25.4	2085	30.4	2335	31.3	2460	31.0	2440	31.9	2565
1 x 240	28.3	2690	33.3	2965	34.0	3090	33.9	3080	35.6	3300
1 x 300	30.2	3250	35.4	3560	37.1	3800	36.0	3685	37.7	3920
1 x 400	32.9	4015	38.1	4350	39.8	4600	38.7	4485	40.4	4745
1 x 500	36.8	5145	42.0	5515	43.7	5800	42.8	5682	45.5	6100
Unipolares - 1,8/3 kV (Conductores de aluminio)										
1 x 16	14.0	260	19.0	420	19.7	480	19.4	465	20.1	525
1 x 25	15.0	305	20.0	475	20.7	535	20.4	525	21.1	585
1 x 35	16.0	355	21.0	530	21.7	585	21.4	585	22.1	650
1 x 50	17.1	405	22.1	590	22.8	660	22.5	650	23.2	720
1 x 70	18.8	490	23.8	690	24.5	765	24.2	750	24.9	830
1 x 95	20.2	580	25.2	790	25.9	875	25.6	860	26.3	950
1 x 120	21.7	685	26.7	905	27.4	1000	27.1	980	28	1090
1 x 150	23.0	770	28.0	1005	28.7	1100	28.6	1100	29.3	1200
1 x 185	25.5	955	30.5	1210	31.4	1335	31.1	1315	32	1442
1 x 240	27.6	1140	32.6	1410	33.3	1525	33.2	1525	34.9	1735
1 x 300	30.2	1380	35.4	1690	37.1	1925	36	1810	37.7	2050
1 x 400	33.4	1695	38.6	2035	40.3	2290	39.2	2170	40.9	2435
1 x 500	37.2	2075	42.4	2450	44.1	2730	43.2	2620	45.9	3035 5
	Tipo H (no armado)		Tipo F (armado flejes acero)		Tipo M (armado alambres acero)		Tipo HF (armado flejes acero)		Tipo HM (armado alambres acero)	
Tripolares - 1,8/3 kV (Conductores de cobre)										
3 x 10	24.0	1035	26.6	1175	29.3	1745	27.6	1335	31.5	2155
3 x 16	26.4	1330	28.7	1460	31.6	2100	30.0	1655	33.7	2525
3 x 25	29.0	1715	31.3	1865	34.0	2550	34.6	2400	36.3	3025
3 x 35	31.7	2170	33.9	2310	37.8	3320	37.3	2905	39.0	3590
3 x 50	34.7	2690	36.9	2840	40.8	3945	40.5	3510	43.2	4595
3 x 70	38.4	3505	42.7	4100	44.4	4905	44.2	4400	46.9	5585
3 x 95	42.2	4495	46.8	5170	49.5	6430	48.4	5520	51.1	6845
3 x 120	45.7	5425	50.2	6145	52.9	7510	52.1	6545	54.8	7974
3 x 150	48.9	6380	53.6	7170	56.3	8645	55.3	7570	58.0	9070
3 x 185	53.6	7850	58.7	8770	61.4	10405	60.2	9180	62.9	10840
3 x 240	59.8	10055	64.7	11030	67.4	12850	66.6	11550	69.3	13400
3 x 300	64.1	12065	69.4	13170	72.1	15125	71.1	13695	75.3	16530
Tripolares - 1,8/3 kV (Conductores de aluminio)										
3 x 16	26.8	1060	29.2	1200	32.1	1850	30.4	1395	34.1	2285
3 x 25	29.2	1270	31.5	1425	34.2	2110	34.8	1960	36.5	2585
3 x 35	31.7	1515	33.9	1660	37.8	2675	37.3	2260	39.0	2945
3 x 50	34.3	1770	36.4	1925	40.3	3030	40.1	2590	42.8	3640
3 x 70	38.2	2175	42.5	2780	44.2	3555	44.0	3070	46.7	4265
3 x 95	41.4	2605	45.9	3270	48.6	4505	47.6	3620	50.3	4915
3 x 120	44.8	3075	49.3	3790	52.0	5130	51.2	4190	53.9	5595
3 x 150	48.2	3565	52.9	4355	55.6	5800	54.6	4755	57.3	6270
3 x 185	53.8	4450	58.9	5385	61.6	7020	60.4	5795	63.1	7455
3 x 240	58.3	5270	63.2	6235	65.9	8005	65.1	6745	67.8	8535
3 x 300	64.1	6390	69.4	7510	72.1	9465	71.1	8035	75.3	10875

## DIÁMETROS EXTERIORES Y PESOS DE CABLES VOLTALENE

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km
	Tipo H (no armado)		Tipo HFA (armado flejes Al)		Tipo HMA (armado alambres Al)	
Unipolares - 3,6/6 kV (Conductores de cobre)						
1 x 10	13.8	305	19.2	505	19.9	565
1 x 16	14.8	380	20.2	595	20.9	660
1 x 25	15.9	480	21.3	710	22.0	780
1 x 35	17.0	600	22.4	840	23.1	915
1 x 50	18.3	735	23.7	995	24.4	1070
1 x 70	19.9	960	25.3	1235	26.0	1320
1 x 95	21.6	1230	27.0	1530	27.9	1635
1 x 120	23.1	1485	28.7	1810	29.4	1910
1 x 150	24.3	1730	29.9	2070	30.8	2190
1 x 185	26.4	2130	32.2	2510	33.7	2705
1 x 240	29.5	2745	35.3	3170	36.8	3385
1 x 300	32.0	3350	37.6	3790	39.3	4035
1 x 400	35.1	4145	40.9	4645	42.4	4895
1 x 500	39.0	5290	45.0	5855	47.7	6290
Unipolares - 3,6/6 kV (Conductores de aluminio)						
1 x 16	15.0	290	20.4	505	21.1	570
1 x 25	16.0	335	21.4	565	22.1	635
1 x 35	17.0	385	22.4	625	23.1	700
1 x 50	18.1	435	23.5	695	24.2	770
1 x 70	19.8	525	25.2	800	25.9	885
1 x 95	21.2	620	26.6	910	27.5	1015
1 x 120	22.7	720	28.3	1045	29.0	1140
1 x 150	24.0	810	29.6	1150	30.5	1270
1 x 185	26.5	1005	32.3	1390	33.8	1585
1 x 240	28.8	1195	34.6	1615	36.1	1820
1 x 300	32.0	1475	37.6	1915	39.3	2160
1 x 400	35.6	1830	41.4	2330	42.9	2590
1 x 500	39.4	2220	45.4	2795	48.1	3240
	Tipo H (no armado)		Tipo HF (armado flejes acero)		Tipo HM (armado alambres acero)	
Tripolares - 3,6/6 kV (Conductores de cobre)						
3 x 10	26.4	1185	30.0	1510	33.7	2380
3 x 16	28.7	1485	34.3	2165	36.0	2767
3 x 25	31.5	1905	37.1	2640	38.8	3305
3 x 35	33.9	2330	39.7	3140	41.4	3865
3 x 50	36.9	2870	42.9	3760	45.6	4925
3 x 70	40.5	3697	46.7	4690	49.4	5960
3 x 95	44.6	4735	50.6	5785	53.3	7150
3 x 120	48.4	5740	54.8	6920	57.5	8430
3 x 150	51.2	6650	57.8	7920	60.5	9505
3 x 185	55.9	8145	62.5	9520	65.2	11230
3 x 240	62.6	10440	69.4	11995	72.1	13920
3 x 300	68.3	12720	75.3	14440	79.3	17370
Tripolares - 3,6/6 kV (Conductores de aluminio)						
3 x 16	29.2	1220	34.8	1910	36.5	2535
3 x 25	31.7	1460	37.3	2205	39.0	2890
3 x 35	33.9	1680	39.7	2490	41.4	3220
3 x 50	36.4	1945	42.4	2830	45.1	3965
3 x 70	40.3	2370	46.5	3360	49.2	4635
3 x 95	43.7	2835	49.7	3870	52.4	5215
3 x 120	47.6	3380	54.0	4555	56.7	6035
3 x 150	50.6	3830	57.2	5100	59.9	6655
3 x 185	56.1	4740	62.7	6140	65.4	7885
3 x 240	61.1	5640	67.9	7180	70.6	9050
3 x 300	68.3	7045	75.3	8780	79.3	11715



## DIÁMETROS EXTERIORES Y PESOS DE CABLES VOLTALENE

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km
	Tipo H (no armado)		Tipo HFA (armado flejes Al)		Tipo HMA (armado alambres Al)	

## Unipolares - 6/10 kV (Conductores de cobre)

1 x 16	18.7	625	24.1	860	24.8	940
1 x 25	19.8	730	25.2	980	25.9	1065
1 x 35	20.9	850	26.3	1110	27.0	1200
1 x 50	22.2	995	27.6	1265	28.3	1360
1 x 70	23.8	1220	29.2	1505	30.1	1625
1 x 95	25.5	1495	31.1	1820	31.8	1930
1 x 120	27.0	1750	32.6	2090	33.5	2225
1 x 150	28.2	2000	34.0	2370	35.7	2590
1 x 185	30.5	2425	36.1	2800	37.8	3040
1 x 240	33.4	3045	39.0	3450	40.7	3715
1 x 300	35.3	3620	41.1	4065	42.8	4335
1 x 400	38.0	4400	43.8	4875	45.5	5165
1 x 500	41.5	5530	47.5	6060	50.2	6525

## Unipolares - 6/10 kV (Conductores de aluminio)

1 x 16	18.9	535	24.3	775	25.0	855
1 x 25	19.9	585	25.3	835	26.0	920
1 x 35	20.9	635	26.3	895	27.0	985
1 x 50	22.0	695	27.4	965	28.1	1060
1 x 70	23.7	785	29.1	1075	30.0	1190
1 x 95	25.1	880	30.7	1200	31.4	1315
1 x 120	26.6	990	32.2	1325	33.1	1460
1 x 150	27.9	1085	33.7	1450	35.4	1670
1 x 185	30.6	1300	36.2	1675	37.9	1915
1 x 240	32.7	1495	38.3	1890	40.0	2150
1 x 300	35.3	1745	41.1	2195	42.8	2465
1 x 400	38.5	2085	44.3	2565	46.0	2862
1 x 500	41.9	2460	47.9	3000	50.6	3470

	Tipo H (no armado)		Tipo HF (armado flejes acero)		Tipo HM (armado alambres acero)	
--	--------------------	--	-------------------------------	--	---------------------------------	--

## Tripolares - 6/10 kV (Conductores de cobre)

3 x 16	35.2	1995	41.0	2830	42.5	3565
3 x 25	37.7	2430	43.5	3320	46.4	4535
3 x 35	40.3	2911	46.1	3850	48.8	5085
3 x 50	43.3	3495	49.3	4520	52.0	5864
3 x 70	47.4	4435	53.8	5595	56.5	7075
3 x 95	51.2	5500	57.6	6750	60.3	8330
3 x 120	54.7	6496	61.3	7850	64.0	9535
3 x 150	57.4	7445	64.0	8855	66.7	10620
3 x 185	62.2	9005	69.0	10555	71.7	12485
3 x 240	68.8	11415	75.8	13145	79.8	16127
3 x 300	73.3	13550	80.5	15420	84.5	18585

## Tripolares - 6/10 kV (Conductores de aluminio)

3 x 16	35.6	1740	41.4	2580	42.9	3310
3 x 25	38.0	1995	43.8	2885	46.7	4095
3 x 35	40.3	2265	46.1	3205	48.8	4440
3 x 50	42.9	2570	48.9	3585	51.6	4895
3 x 70	47.1	3110	53.5	4265	56.2	5710
3 x 95	50.4	3600	56.8	4825	59.5	6380
3 x 120	53.8	4140	60.4	5475	63.1	7130
3 x 150	56.8	4630	63.4	6030	66.1	7802
3 x 185	62.4	5625	69.2	7180	71.9	9105
3 x 240	66.9	6530	73.9	8215	77.9	11100
3 x 300	73.3	7895	80.5	9765	84.5	12930

## DIÁMETROS EXTERIORES Y PESOS DE CABLES VOLTALENE

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km
	Tipo H (no armado)		Tipo HFA (armado flejes Al)		Tipo HMA (armado alambres Al)	
Unipolares - 8,7/15 kV (Conductores de cobre)						
1 x 25	22.0	810	27.4	1080	28.1	1175
1 x 35	23.1	930	28.5	1210	29.4	1325
1 x 50	24.4	1075	30.0	1385	30.7	1495
1 x 70	26.0	1305	31.6	1635	32.3	1750
1 x 95	27.7	1590	33.5	1955	35.0	2155
1 x 120	29.4	1870	35.0	2230	36.7	2460
1 x 150	30.6	2120	36.4	2515	37.9	2740
1 x 185	32.9	2550	38.5	2950	40.2	3210
1 x 240	35.6	3165	41.4	3615	43.1	3895
1 x 300	37.7	3765	43.5	4235	45.0	4510
1 x 400	40.4	4560	46.4	5080	49.1	5535
1 x 500	43.9	5700	49.9	6260	52.6	6750
Unipolares - 8,7/15 kV (Conductores de aluminio)						
1 x 25	22.1	660	27.5	935	28.2	1030
1 x 35	23.1	715	28.5	1000	29.4	1110
1 x 50	24.2	775	29.8	1085	30.5	1190
1 x 70	25.9	870	31.5	1200	32.2	1310
1 x 95	27.3	975	33.1	1335	34.6	1535
1 x 120	29.0	1105	34.6	1465	36.3	1685
1 x 150	30.3	1205	36.1	1595	37.6	1810
1 x 185	33.0	1430	38.6	1830	40.3	2085
1 x 240	34.9	1615	40.7	2055	42.4	2330
1 x 300	37.7	1895	43.5	2365	45	2640
1 x 400	40.9	2245	46.9	2770	49.6	3235
1 x 500	44.3	2635	50.3	3195	53	3685

	Tipo H (no armado)		Tipo HF (armado flejes acero)		Tipo HM (armado alambres acero)	
Tripolares - 8,7/15 kV (Conductores de cobre)						
3 x 25	42.9	2915	48.9	3930	51.6	5245
3 x 35	45.3	3400	51.5	4495	54.2	5890
3 x 50	48.7	4070	55.1	5260	57.8	6765
3 x 70	52.5	5025	58.7	6265	61.4	7870
3 x 95	56.4	6135	63.0	7520	65.7	9265
3 x 120	59.8	7170	66.6	8660	69.3	10510
3 x 150	62.6	8150	69.4	9705	73.4	12405
3 x 185	67.3	9760	74.3	11455	78.3	14400
3 x 240	73.9	12240	81.1	14120	85.1	17340
3 x 300	78.2	14375	87.3	17255	89.8	19850
Tripolares - 8,7/15 kV (Conductores de aluminio)						
3 x 25	43.1	2480	49.1	3500	51.8	4850
3 x 35	45.3	2750	51.5	3845	54.2	5240
3 x 50	48.2	3140	54.6	4325	57.3	5830
3 x 70	52.3	3695	58.5	4935	61.2	6540
3 x 95	55.5	4220	62.1	5590	64.8	7305
3 x 120	58.9	4800	65.7	6270	68.4	8095
3 x 150	61.9	5325	68.7	6865	72.7	9580
3 x 185	67.9	6460	74.9	8170	78.9	11105
3 x 240	72.4	7420	79.6	9265	83.6	12385
3 x 300	78.2	8720	87.3	11595	89.8	14190



## DIÁMETROS EXTERIORES Y PESOS DE CABLES VOLTALENE

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km
	Tipo H (no armado)		Tipo HFA (armado flejes Al)		Tipo HMA (armado alambres Al)	
Unipolares - 12/20 kV (Conductores de cobre)						
1 x 35	25.1	1010	30.7	1325	31.4	1440
1 x 50	26.4	1155	32.0	1490	32.9	1620
1 x 70	28.0	1395	33.8	1760	35.3	1965
1 x 95	29.9	1700	35.5	2065	37.2	2305
1 x 120	31.4	1965	37.2	2365	38.7	2595
1 x 150	32.8	2240	38.4	2640	40.1	2900
1 x 185	34.9	2660	40.7	3100	42.2	3355
1 x 240	37.8	3305	43.6	3775	45.1	4045
1 x 300	39.9	3910	45.7	4400	48.4	4845
1 x 400	42.6	4715	48.4	5230	51.1	5705
1 x 500	46.1	5865	52.1	6445	54.8	6970
Unipolares - 12/20 kV (Conductores de aluminio)						
1 x 35	27,5	795	30.7	1115	31.4	1225
1 x 50	28,5	855	31.8	1190	32.7	1320
1 x 70	30,2	960	33.7	1325	35.2	1530
1 x 95	31,7	1020	35.1	1450	36.8	1680
1 x 120	33,2	1200	36.8	1600	38.3	1820
1 x 150	34,4	1260	38.1	1715	39.8	1970
1 x 185	36,9	1535	40.8	1980	42.3	2230
1 x 240	40	1640	42.9	2210	44.4	2480
1 x 300	42	2040	45.7	2530	48.4	2975
1 x 400	45	2400	48.9	2925	51.6	3410
1 x 500	48.4	2700	52.5	3385	55.2	3905

	Tipo H (no armado)		Tipo HF (armado flejes acero)		Tipo HM (armado alambres acero)	
Tripolares - 12/20 kV (Conductores de cobre)						
3 x 35	50.4	3980	56.8	5205	59.5	6760
3 x 50	53.4	4625	60.0	5945	62.7	7610
3 x 70	57.0	5580	63.6	6985	66.3	8754
3 x 95	60.9	6730	67.7	8250	70.4	10120
3 x 120	64.3	7795	71.3	9425	75.5	12260
3 x 150	67.1	8805	74.1	10495	78.3	13415
3 x 185	72.2	10545	79.6	12430	83.6	15550
3 x 240	78.4	12995	87.5	15880	90.0	18470
3 x 300	82.9	15225	92.0	18251	94.5	20985
Tripolares - 12/20 kV (Conductores de aluminio)						
3 x 35	50.4	3330	56.8	4555	59.5	6115
3 x 50	52.9	3680	59.5	5000	62.2	6635
3 x 70	56.8	4250	63.4	5650	66.1	7425
3 x 95	60.0	4810	66.8	6310	69.5	8150
3 x 120	63.4	5420	70.4	7030	74.6	9815
3 x 150	66.4	5975	73.4	7650	77.6	10580
3 x 185	72.4	7165	79.8	9055	83.8	12170
3 x 240	76.9	8165	86.0	10995	88.5	13565
3 x 300	82.9	9570	92.0	12595	94.5	15325

## DIÁMETROS EXTERIORES Y PESOS DE CABLES VOLTALENE

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km
	Tipo H (no armado)		Tipo HFA (armado flejes Al)		Tipo HMA (armado alambres Al)	
Unipolares - 15/25 kV (Conductores de cobre)						
1 x 50	29.2	1290	34.8	1650	36.5	1880
1 x 70	30.8	1535	36.6	1930	38.1	2150
1 x 95	32.7	1845	38.3	2240	40.0	2500
1 x 120	34.2	2120	40.0	2550	41.5	2800
1 x 150	35.6	2400	41.2	2825	42.9	3105
1 x 185	37.7	2830	43.5	3300	45.0	3575
1 x 240	40.6	3485	46.6	4005	49.3	4460
1 x 300	42.7	4105	48.5	4620	51.2	5105
1 x 400	45.4	4920	51.4	5490	54.1	6000
1 x 500	48.9	6090	54.9	6695	57.6	7245
Unipolares - 15/25 kV (Conductores de aluminio)						
1 x 50	29.0	990	34.6	1350	36.3	1570
1 x 70	30.7	1100	36.5	1495	38.0	1715
1 x 95	32.3	1230	37.9	1620	39.6	1875
1 x 120	33.8	1350	39.6	1780	41.1	2025
1 x 150	35.3	1480	40.9	1905	42.6	2175
1 x 185	37.8	1705	43.6	2180	45.1	2450
1 x 240	39.9	1925	45.9	2445	48.6	2885
1 x 300	42.7	2190	48.5	2750	51.2	3235
1 x 400	45.9	2450	51.9	3185	54.6	3695
1 x 500	49.3	2908	55.3	3640	58.0	4185

	Tipo H (no armado)		Tipo HF (armado flejes acero)		Tipo HM (armado alambres acero)	
Tripolares - 15/25 kV (Conductores de cobre)						
3 x 50	59.4	5390	66.2	6875	68.9	8730
3 x 70	63.0	6400	69.8	7965	73.8	10720
3 x 95	66.9	7595	73.9	9280	78.1	12205
3 x 120	70.7	8785	77.9	10600	82.1	13714
3 x 150	73.5	9835	82.4	12510	84.9	14910
3 x 185	78.2	11550	87.3	14430	89.8	17025
3 x 240	84.4	14085	93.7	17210	96.2	19965
3 x 300	88.9	16370	98.2	19640	100.7	22535
Tripolares - 15/25 kV (Conductores de aluminio)						
3 x 50	58.9	4455	65.7	5925	68.4	7745
3 x 70	62.8	5065	69.6	6625	73.6	9325
3 x 95	66.0	5665	73.0	7330	77.2	10205
3 x 120	69.8	6400	77.0	8190	81.5	11260
3 x 150	72.9	6995	81.8	9645	84.3	12065
3 x 185	78.4	8175	87.5	11060	90	13650
3 x 240	82.9	9235	92.2	12305	94.7	15040
3 x 300	88.9	10715	98.2	13985	100.7	16880

## DIÁMETROS EXTERIORES Y PESOS DE CABLES VOLTALENE

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km	Ø ext. mm	Peso kg/km
	Tipo H (no armado)		Tipo HFA (armado flejes Al)		Tipo HMA (armado alambres Al)	
Unipolares - 18/30 kV (Conductores de cobre)						
1 x 50	31.6	1405	37.4	1810	39.1	2055
1 x 70	33.4	1675	39.0	2080	40.7	2340
1 x 95	35.3	1995	40.9	2420	42.6	2690
1 x 120	36.8	2275	42.6	2735	44.1	2995
1 x 150	38.0	2545	44.0	3035	46.7	3460
1 x 185	40.3	3000	46.3	3520	49.0	3975
1 x 240	43.2	3670	49.0	4190	51.7	4675
1 x 300	45.3	4295	51.3	4865	54.0	5375
1 x 400	48.0	5125	54.0	5720	56.7	6260
1 x 500	51.3	6280	57.7	6970	60.4	7545
Unipolares - 18/30 kV (Conductores de aluminio)						
1 x 50	31.4	1050	37.2	1510	28.9	1755
1 x 70	33.3	1160	38.9	1645	40.6	1895
1 x 95	36	1270	40.5	1795	42.2	2065
1 x 120	37.2	1425	42.2	1960	43.7	2225
1 x 150	39	1500	43.7	2110	46.4	2540
1 x 185	41.5	1790	46.4	2400	49.1	2855
1 x 240	43	1910	48.3	2625	51.0	3095
1 x 300	45.3	2350	51.3	2995	54.0	3505
1 x 400	48.3	2510	54.5	3420	57.2	3955
1 x 500	51.7	3000	58.1	3910	60.8	4485
	Tipo H (no armado)		Tipo HF (armado flejes acero)		Tipo HM (armado alambres acero)	
Tripolares - 18/30 kV (Conductores de cobre)						
3 x 50	64.9	6175	71.9	7815	75.9	10606
3 x 70	69.0	7305	76.0	9040	80.0	12020
3 x 95	72.9	8550	80.1	10405	84.3	13620
3 x 120	76.3	9705	85.4	12515	87.9	15035
3 x 150	79.1	10785	88.2	13680	90.7	16260
3 x 185	83.8	12560	93.1	15660	95.6	18435
3 x 240	90.0	15165	99.5	18520	102.0	21515
3 x 300	94.3	17450	104.0	21000	106.5	24140
Tripolares - 18/30 kV (Conductores de aluminio)						
3 x 50	64.5	5235	71.5	6860	75.5	9660
3 x 70	68.8	5970	75.8	7695	79.8	10685
3 x 95	72.0	6610	79.2	8445	83.4	11615
3 x 120	75.4	7305	84.5	10085	87.0	12565
3 x 150	78.4	7940	87.5	10815	90.0	13410
3 x 185	84.0	9185	93.3	12295	95.8	15060
3 x 240	88.5	10295	98.0	13595	100.5	16505
3 x 300	94.3	11795	104.0	15345	106.5	18480

**Nota:**

En los cables de tensiones nominales 1,8/3 y 3,6/6 kV la pantalla metálica está formada por cintas de cobre, solapadas, arrolladas en hélice.

En los cables de tensiones nominales comprendidas entre 6/10 y 18/30 kV la pantalla metálica está constituida por una corona de hilos de cobre.

En los cables tripolares, la pantalla metálica está formada por cintas de cobre, solapadas, arrolladas en hélice sobre la capa semiconductor externa de cada fase.

## TABLAS DE DATOS TÉCNICOS DE CABLES VOLTALENE

TABLA I

Características mecánicas, físicas y químicas mínimas del polietileno reticulado (XLPE), según prescripciones de la norma IEC 60502 y UNE HD 620-5E.

Características	Unidad	XLPE
<b>Mecánicas</b>		
Valores en estado inicial:		
- Carga rotura mínima	N/cm <sup>2</sup>	1250
- Alargamiento mínimo	%	200
Después de envejecimiento en estufa de aire:		
- Tratamiento:		
Temperatura	°C	135
Duración	h	168
Variación del valor inicial admitido:		
- Carga de rotura	%	± 25
- Alargamiento	%	± 25
<b>Físicas</b>		
a) Absorción de agua:		
- Método ponderal:		
Temperatura	°C	85
Duración	h	336
- Variación de masa admitida	mg/cm <sup>2</sup>	1
b) Ensayo de contracción:		
Temperatura	°C	130
Duración	h	1
- Contracción máxima admitida	%	4
c) Ensayo de resistencia:		
- Concentración de ozono, en volumen	%	
- Duración del ensayo sin aparición de grietas	h	
<b>Químicas</b>		
Comprobación de la reticulación:		
- Tratamiento:		
Temperatura	°C	200
Tiempo bajo carga	mín.	15
Esfuerzo mecánico	N/cm <sup>2</sup>	20
- Alargamiento máximo bajo carga	%	175
- Alargamiento permanente máximo después del enfriamiento	%	15

Los ensayos para la comprobación de estas características se realizan según la norma UNE EN 60811.

TABLA II

Características de las cubiertas PVC y de poliolefinas (VEMEX  $\equiv$  DMZ1) de los cables VOLTALENE.

Características	Unidades	Cubierta PVC	Cubierta VEMEX (DMZ1) (habitual)
<b>Mecánicas</b>			
a) Sin envejecimiento			
- Resistencia mínima a la tracción	N/mm <sup>2</sup>	12.50	15
- Alargamiento mínimo a la rotura	%	150	500
b) Después de envejecimiento			
Tratamiento:			
Temperatura	°C	100	110 $\pm$ 2
Duración	h	168	336
- Resistencia mínima a la tracción	N/mm <sup>2</sup>	-	-
- Variación	%	25	-
- Alargamiento mínimo a la rotura	%	-	300
- Variación	%	$\pm$ 25	-
c) Después de envejecimiento a cable completo			
Tratamiento:			
Temperatura	°C	100 $\pm$ 2	100 $\pm$ 2
Duración	h	168	168
- Resistencia mínima a la tracción	N/mm <sup>2</sup>	-	-
- Variación	%	$\pm$ 25	-
- Alargamiento mínimo a la rotura	%	-	300
- Variación	%	$\pm$ 25	-
<b>Físico-Químicas</b>			
a) Pérdida de masa			
Tratamiento:			
Temperatura	°C	100	100 $\pm$ 2
Duración	h	168	168
- Pérdida máxima:	mg/cm <sup>2</sup>	1.5	0.5
b) Presión a temperatura elevada			
Tratamiento:			
Temperatura	°C	90	115 $\pm$ 2
Duración	h	6	6
Coefficiente k	-	0.7	0.7
- Profundidad máxima de la huella	%	50	50
c) Comportamiento a baja temperatura:			
Tratamiento: Temperatura	°C	-15	-30 $\pm$ 2
Tipo de muestra: Halterio	-	-	-
- Alargamiento mínimo a la rotura	%	20	20
d) Resistencia al desgarro (con corte)			
Tratamiento: Temperatura	°C	20 $\pm$ 5	20 $\pm$ 5
- Resistencia mínima	N/mm <sup>2</sup>	10	24
e) Contracción a cable completo			
Tratamiento:			
Temperatura	°C		80 $\pm$ 2
Duración	h		5x5
- Contracción máxima	%		7

TABLA II (CONTINUACIÓN)

Características de las cubiertas PVC y de poliolefinas (VEMEX  $\equiv$  DMZ1) de los cables VOLTALENE.

Características	Unidades	Cubierta PVC	Cubierta VEMEX (DMZ1) (habitual)
<b>Físico-Químicas</b>			
f) Resistencia a la abrasión Tratamiento: Temperatura Masa aplicada Velocidad - Mínimo número de desplazamientos	°C Kg m/s -		$20 \pm 5$ 36 $0.3 \pm 15\%$ 8
g) Absorción de agua (método gravimétrico) Tratamiento: Temperatura Duración - Variación máxima de masa	°C h mg/cm <sup>2</sup>	$85 \pm 2$ 336 5	$85 \pm 2$ 336 0.5
h) Contenido en metales pesados - Contenido en plomo	%	>1	<0.5 (*)
i) Emisión de gases ácidos (corrosividad) - Valor mínimo de pH - Valor máximo de la conductividad	pH $\mu\text{S}/\text{mm}$	3 100	4,3 10
j) Pérdida de las características mecánicas debido a la exposición a la intemperie - Variación máxima de la resistencia a la tracción. - Variación máxima del alargamiento	% %	25 25	15 15

Las características de la cubierta normal corresponden al tipo de mezcla ST2 especificado en la Norma IEC 60502.

Las características de la cubierta VEMEX corresponden al tipo de mezcla de poliolefina especificado en UNE HD 620. Los ensayos para la comprobación de estas características se realizan según la Norma UNE 60811.

(\*) El compuesto utilizado para la cubierta Z1 (VEMEX), no contiene hidrocarburos volátiles ni halógenos, ni metales pesados (excepto una mínima cantidad de Pb en caso de cubiertas con coloración roja).

TABLA III

Resistencia eléctrica máxima en corriente continua a 20°C en  $\Omega/\text{km}$ 

Sección nominal $\text{mm}^2$	R máx $\Omega/\text{km}$		Sección nominal $\text{mm}^2$	R máx $\Omega/\text{km}$	
	Cobre desnudo	Aluminio		Cobre desnudo	Aluminio
10	1.830	-	120	0.153	0.253
16	1.150	1.910	<b>150</b>	0.124	<b>0.206</b>
25	0.727	1.200	185	0.0991	0.164
35	0.524	0.868	<b>240</b>	0.0754	<b>0.125</b>
50	0.387	0.641	300	0.0601	0.100
70	0.268	0.443	<b>400</b>	0.0470	<b>0.078</b>
<b>95</b>	0.193	<b>0.320</b>	500	0.0366	0.0605

Los valores que figuran en la presente tabla están de acuerdo con la Norma UNE EN 60228. Los diámetros de las cuerdas son aproximados.

TABLA IV

Capacidad en  $\mu\text{F}/\text{km}$ 

Sección nominal $\text{mm}^2$	Cables unipolares y tripolares apantallados						
	1,8/3 kV	3,6/6 kV	6/10 kV	8,7/15 kV	12/20 kV	12/25 kV	18/30 kV
10	0.229	0.195	-	-	-	-	-
16	0.265	0.223	0.179	-	-	-	-
25	0.304	0.255	0.202	0.166	-	-	-
35	0.343	0.286	0.226	0.184	0.161	-	-
50	0.388	0.323	0.253	0.205	0.178	0.154	0.139
70	0.444	0.368	0.286	0.231	0.199	0.171	0.154
<b>95</b>	0.504	0.416	0.322	0.258	<b>0.217</b>	0.190	<b>0.167</b>
120	0.556	0.458	0.353	0.281	0.241	0.206	0.183
<b>150</b>	0.598	0.491	0.378	0.300	<b>0.254</b>	0.218	<b>0.192</b>
185	0.671	0.550	0.421	0.333	0.283	0.240	0.213
<b>240</b>	0.765	0.604	0.477	0.375	<b>0.306</b>	0.269	<b>0.229</b>
300	0.831	0.612	0.516	0.405	0.343	0.289	0.254
<b>400</b>	0.918	0.634	0.567	0.444	<b>0.389</b>	0.315	<b>0.277</b>
500	0.939	0.670	0.635	0.495	0.417	0.349	0.306

Valores informativos calculados en base a los datos dimensionales de los cables que figuran en este catálogo.

TABLA V

Tensiones de ensayo en fábrica

Tensión nominal U <sub>0</sub> /U (kV)	Ensayo de tensión. Tensión aplicada en c.a. durante 5 min para U <sub>0</sub> ≤ 30 kV (kV)	Ensayo de descargas parciales. Tensión de ensayo (kV)	Nivel de aislamiento a impulsos, U <sub>p</sub> (kV)
1,8/3	6.5	-	-
3,6/6	12.5	6.3	60
6/10	21	10.5	75
8,7/15	30.5	15.2	95
12/20	42	21	125
15/25	52.5	26.2	145
18/30	63	31.5	170

TABLA VI

Resistencia a la frecuencia de 50 Hz

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Resistencia máxima en c.a. y a 90°C en Ω/km			
	Cables Unipolares		Cables Tripolares	
	Cu	Al	Cu	Al
10	2.310	-	2.346	-
16	1.455	2.392	1.479	2.431
25	0.918	1.513	0.936	1.542
35	0.663	1.093	0.675	1.112
50	0.490	0.800	0.499	0.822
70	0.339	0.558	0.345	0.568
<b>95</b>	0.245	<b>0.430</b>	0.249	0.410
120	0.195	0.321	0.197	0.324
<b>150</b>	0.159	<b>0.277</b>	0.161	0.265
185	0.127	0.209	0.129	0.212
<b>240</b>	0.098	<b>0.168</b>	0.099	0.163
300	0.078	0.128	-	-
<b>400</b>	0.062	<b>0.105</b>	-	-
500	0.051	0.084	-	-

Nota: La caída de tensión de la línea para el caso de corriente alterna trifásica, se calcula con la fórmula aproximada:  $\Delta U = \sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi)$ . Donde L, en km, es la longitud de la línea. I, en A, es la intensidad de corriente a transportar. (Se recomienda ver ejemplo de cálculo en la página 34).



TABLA VII

Reactancia la frecuencia de 50 Hz

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Reactancia X en Ω/km por fase Tensión nominal del cable						
	1,8/3 kV	3,6/6 kV	6/10 kV	8,7/15 kV	12/20 kV	12/25 kV	18/30 kV
Tres cables unipolares en contacto mutuo							
10	0.136	0.141	-	-	-	-	-
16	0.126	0.130	0.143	-	-	-	-
25	0.117	0.121	0.134	0.141	-	-	-
35	0.111	0.115	0.128	0.135	0.146	-	-
50	0.106	0.109	0.122	0.128	0.138	0.144	0.149
70	0.100	0.103	0.115	0.120	0.130	0.136	0.141
<b>95</b>	0.095	0.098	0.110	0.115	<b>0.125</b>	0.129	<b>0.132</b>
120	0.092	0.095	0.106	0.111	0.120	0.123	0.127
<b>150</b>	0.090	0.092	0.102	0.108	<b>0.117</b>	0.120	<b>0.123</b>
185	0.088	0.091	0.100	0.104	0.112	0.118	0.120
<b>240</b>	0.085	0.088	0.097	0.101	<b>0.119</b>	0.116	<b>0.114</b>
300	0.083	0.087	0.093	0.097	0.104	0.108	0.111
<b>400</b>	0.081	0.085	0.091	0.095	<b>0.101</b>	0.104	<b>0.106</b>
500	0.080	0.084	0.089	0.092	0.098	0.100	0.102
Un cable tripolar							
10	0.115	0.122	-	-	-	-	-
16	0.107	0.113	0.127	-	-	-	-
25	0.100	0.105	0.118	0.127	-	-	-
35	0.095	0.100	0.112	0.120	0.126	-	-
50	0.091	0.095	0.106	0.114	0.120	0.127	0.133
70	0.086	0.090	0.100	0.107	0.113	0.119	0.125
95	0.083	0.087	0.096	0.102	0.107	0.114	0.119
120	0.081	0.084	0.093	0.098	0.103	0.109	0.114
150	0.079	0.082	0.090	0.096	0.101	0.106	0.111
185	0.079	0.081	0.089	0.094	0.098	0.103	0.108
240	0.076	0.079	0.085	0.090	0.094	0.099	0.103

Nota: La caída de tensión de la línea para el caso de corriente alterna trifásica, se calcula con la fórmula aproximada:  $\Delta U = \sqrt{3} \cdot L \cdot I \cdot (R \cdot \cos \varphi + X \cdot \sin \varphi)$ . Donde **L**, en km, es la longitud de la línea. **I**, en A, es la intensidad de corriente a transportar. (Se recomienda ver ejemplo de cálculo en la página 34).

TABLA IX

Intensidad máxima admisible (A), en servicio permanente, para cables aislados con XLPE (Voltalene) sin armadura.





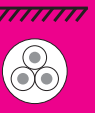

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Tensión nominal					
	90 °C 1,8/3 kV a 18/30 kV					
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Conductores de Cu						
10	-	-	-	-	-	-
16	115	105	100	91	98	90
25	155	140	130	120	125	115
35	185	170	155	145	150	140
50	220	205	180	170	175	160
70	275	255	225	205	220	200
95	335	305	265	245	260	235
120	385	345	300	280	290	265
150	435	395	340	315	325	300
185	500	445	380	355	370	335
240	590	525	440	415	425	395
300	680	600	490	460	475	445
400	790	-	560	520	-	-
500	930	-	635	605	-	-
630	1095	-	715	675	-	-
Conductores de Al						
16	92	80	78	74	76	70
25	120	110	100	94	95	90
35	145	130	120	110	115	105
50	170	155	140	130	135	125
70	210	195	170	160	165	155
<b>95</b>	<b>255</b>	235	<b>205</b>	<b>190</b>	200	180
120	295	270	235	215	225	205
<b>150</b>	<b>335</b>	305	<b>260</b>	<b>245</b>	255	230
185	385	345	295	280	285	260
<b>240</b>	<b>455</b>	405	<b>345</b>	<b>320</b>	330	305
300	520	465	390	365	375	345
<b>400</b>	<b>610</b>	-	<b>445</b>	<b>415</b>	-	-
500	715	-	505	480	-	-
630	830	-	575	545	-	-

- (1) Tres cables unipolares agrupados, instalados al aire.  
 (2) Un cable trifásico, instalado al aire, protegido del sol.  
 (3) Tres cables unipolares agrupados, enterrados a 1 m de profundidad.  
 (4) Tres cables unipolares bajo tubo, enterrados a 1 m de profundidad.  
 (5) Un cable trifásico, enterrado a 1 m. de profundidad.  
 (6) Un cable trifásico bajo tubo, enterrado a 1 m de profundidad

Temperatura del terreno °C: 25  
 Temperatura del aire °C: 40  
 Resistividad térmica terreno K·m/W: 1,5  
 Temperatura del conductor en °C: 90

TABLA IX bis

Intensidad máxima admisible (A), en servicio permanente, para cables aislados con XLPE (Voltalene) con armadura.

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Tensión nominal					
	90 °C 1,8/3 kV a 18/30 kV					
	(1) 	(2) 	(3) 	(4) 	(5) 	(6) 
Conductores de Cu						
10	-	-	-	-	-	-
16	115	105	100	94	100	92
25	150	140	130	120	125	115
35	180	165	155	140	150	140
50	210	200	180	165	180	165
70	265	250	225	200	220	200
95	315	300	260	235	260	235
120	360	340	295	265	295	270
150	405	385	325	295	330	300
185	460	440	360	330	370	340
240	530	510	410	375	425	395
300	600	580	450	410	480	445
400	680	-	495	450	-	-
500	775	-	540	505	-	-
630	885	-	585	545	-	-
Conductores de Al						
16	88	80	80	72	76	70
25	110	105	100	92	95	90
35	135	130	120	110	115	105
50	160	155	140	130	140	125
70	200	190	175	155	170	150
95	240	225	205	185	200	180
120	275	260	230	210	225	205
150	310	295	255	235	250	230
185	355	335	290	265	285	255
240	415	390	330	300	325	295
300	470	455	365	335	375	345
400	540	-	410	375	-	-
500	620	-	455	425	-	-
630	710	-	505	470	-	-

- (1) Tres cables unipolares agrupados, instalados al aire.  
 (2) Un cable trifásico, instalado al aire, protegido del sol.  
 (3) Tres cables unipolares agrupados, enterrados a 1 m de profundidad.  
 (4) Tres cables unipolares bajo tubo, enterrados a 1 m de profundidad.  
 (5) Un cable trifásico, enterrado a 1 m. de profundidad.  
 (6) Un cable trifásico bajo tubo, enterrado a 1 m de profundidad

Temperatura del terreno °C: 25  
 Temperatura del aire °C: 40  
 Resistividad térmica terreno K·m/W: 1,5  
 Temperatura del conductor en °C: 90

TABLA X

Diámetros medios aproximados (en mm) de las pantallas constituidas por cintas de cobre.

Sección nominal mm <sup>2</sup>	Tensiones nominales U <sub>0</sub> /U en kV						
	1,8/3 kV	3,6/6 kV	6/10 kV	8,7/15 kV	12/20 kV	12/25 kV	18/30 kV
10	9.0	10.0	-	-	-	-	-
16	10.0	11.0	12.8	-	-	-	-
25	11.1	12.1	13.9	16.1	-	-	-
35	12.2	13.2	15.0	17.2	19.2	-	-
50	13.5	14.5	16.3	18.5	20.5	23.1	25.5
70	15.1	16.1	17.9	20.1	22.1	24.7	27.1
95	16.8	17.8	19.6	21.8	23.8	26.4	28.8
120	18.3	19.3	21.1	23.3	25.3	27.9	30.3
150	19.5	20.5	22.3	24.5	26.5	29.1	31.5
185	21.6	22.6	24.4	26.6	28.6	31.2	33.6
240	24.3	25.5	27.1	29.3	31.3	33.9	35.1
300	26.2	27.8	29.0	31.2	33.2	35.8	38.2
400	28.7	30.7	31.5	33.7	35.7	38.3	40.8
500	30.9	34.9	35.3	37.5	39.6	42.1	44.5

TABLA XI

Intensidad de cortocircuito admisible, en amperios, en pantallas constituidas por cintas de cobre de 0,1 mm de espesor.

Diámetro medio de pantalla mm	Duración del cortocircuito, en segundos								
	0,1	0,2	0,3	0,5	1	1,5	2	2,5	3
<13,5	2350	1790	1540	1280	1020	890	820	760	720
13,5 a 27	2930	2240	1920	1600	1270	1120	1020	960	900
>27	4110	3130	2690	2250	1780	1570	1430	1340	1270

Los datos relacionados en esta tabla se han calculado de acuerdo con la Norma IEC 949. Si el cable considerado es trifásico, con las pantallas metálicas en contacto, la intensidad de retorno en un cortocircuito monofásico circularía por las pantallas de los tres conductores. Por ello, la pantalla metálica de cada fase debe ser capaz de soportar un tercio de la intensidad de cortocircuito requerida.

TABLA XII

Intensidad de cortocircuito admisible, en amperios, en pantallas constituidas por una corona de alambres de cobre de diámetro inferior a 1 mm.

Sección de pantalla mm <sup>2</sup>	Duración del cortocircuito, en segundos								
	0,1	0,2	0,3	0,5	1	1,5	2	2,5	3
10	5300	3880	3250	2620	1990	1720	1560	1450	1370
16	8320	6080	5090	4110	3130	2700	2440	2270	2150
25	12700	9230	7700	6160	4630	3960	3560	3290	3100

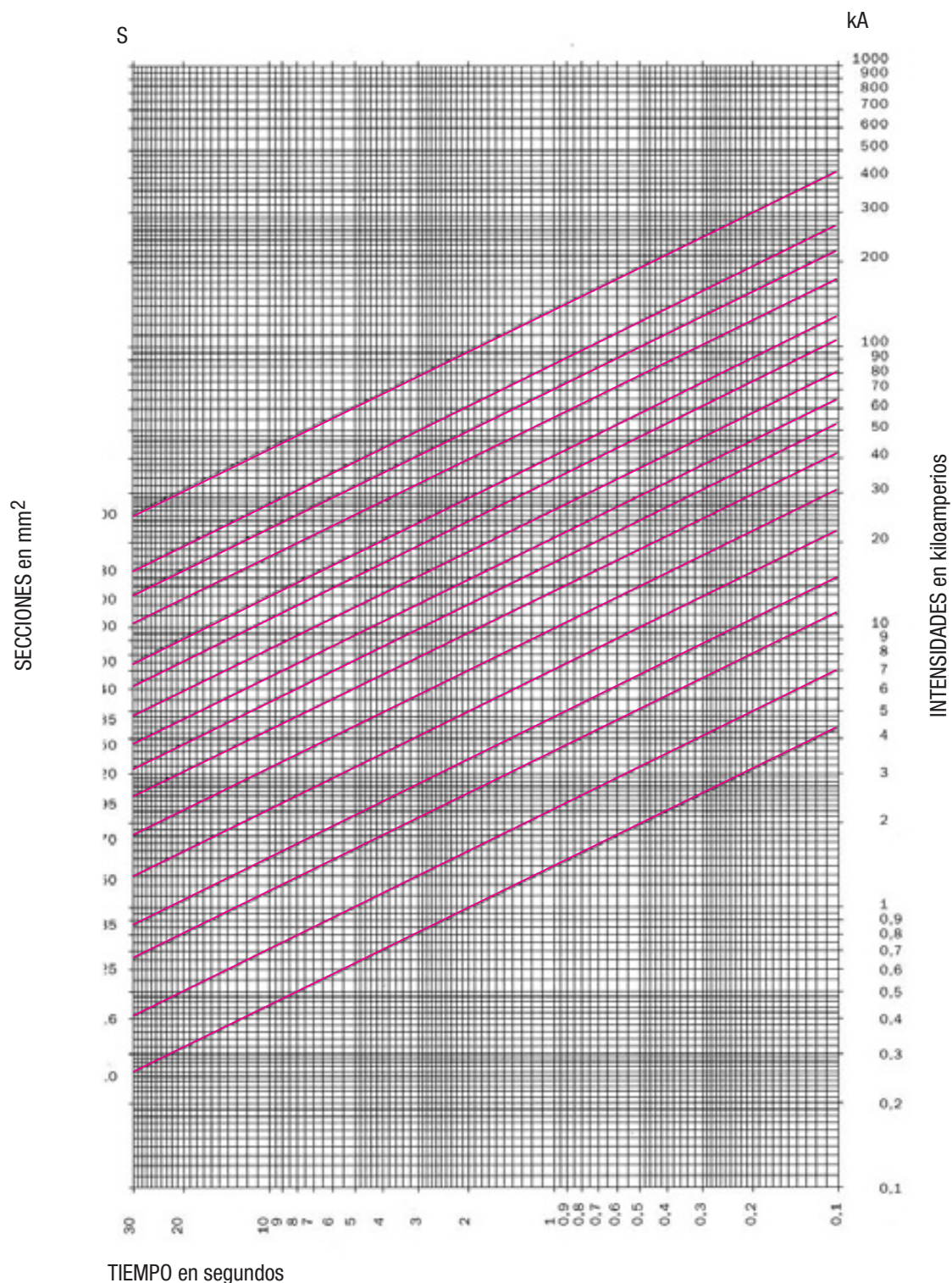
Los datos relacionados en esta tabla han sido calculados de acuerdo con la Norma IEC 60949.

## GRÁFICOS DE INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO EN EL CONDUCTOR PARA LOS CABLES TIPO VOLTALENE

## GRÁFICO I

Intensidades térmicamente admisibles en cortocircuito para conductores de cobre.

(Según Normas IEC 60949 y UNE 21192).



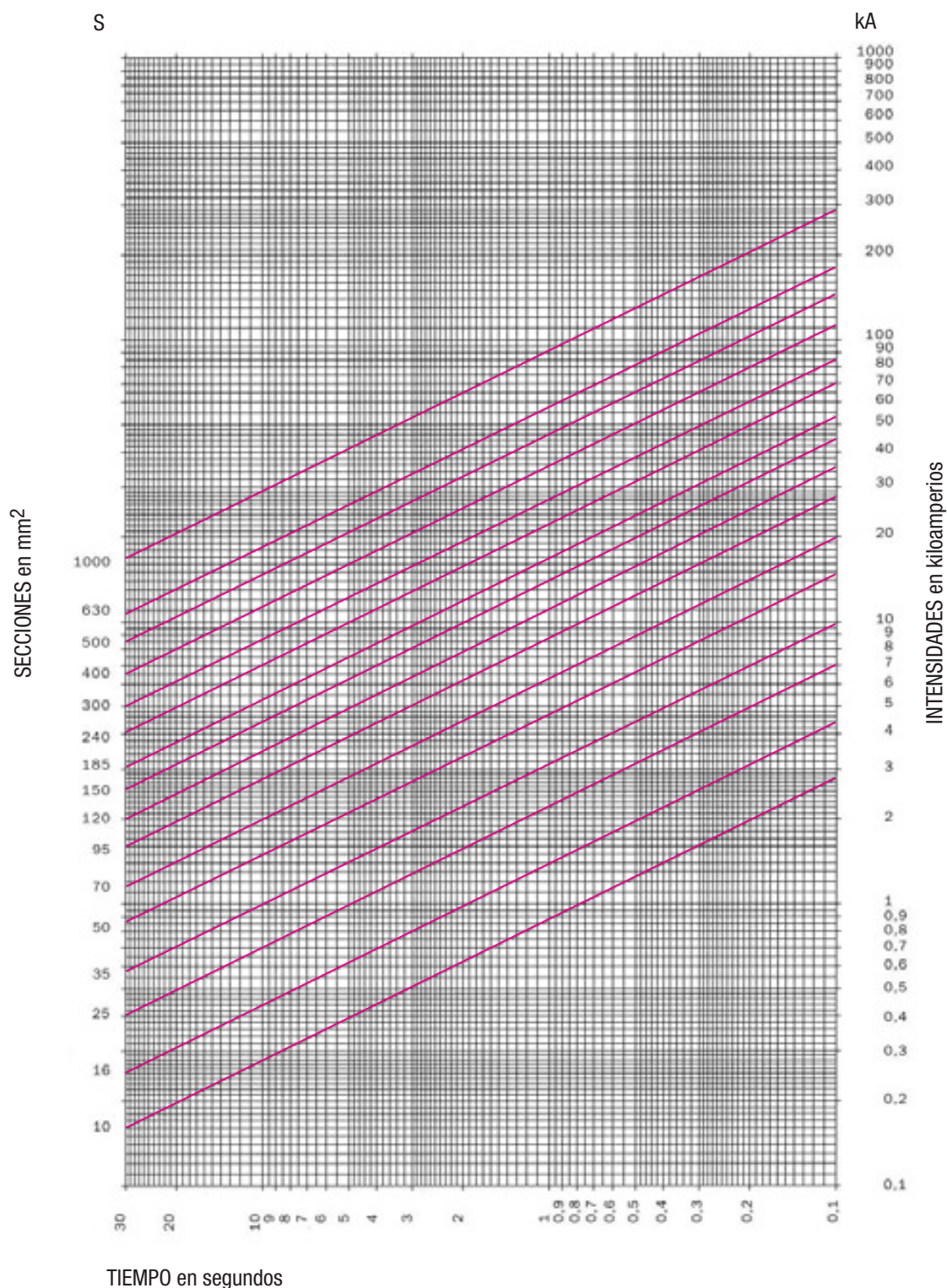
Temperatura máxima en servicio permanente 90 °C.  
Temperatura máxima en cortocircuito 250 °C.



## GRÁFICOS DE INTENSIDADES DE CORTOCIRCUITO EN EL CONDUCTOR PARA LOS CABLES TIPO VOLTALENE

Intensidades térmicamente admisibles en cortocircuito para conductores de aluminio.

(Según Normas IEC 60949 y UNE 21192).



Temperatura máxima en servicio permanente 90 °C.

Temperatura máxima en cortocircuito 250 °C.

# 3.- C.G.P.M.

*Proyecto:*

**ELECTRIFICACION DE UN POLIGONO RESIDENCIAL**

*Promotor:*

**UNIVERSIDAD POLITECNICA  
DE CARTAGENA**

*Ubicación:*

**Barrio de los Dolores**

*Fecha:*

**Sept / 2013**

*C.P. Población (Provincia):*

**30310 Cartagena (Murcia)**

**Antonio Romero Garcia**  
Ingeniero Técnico Industrial  
Especialidad Electricidad



3	Certificados de Calidad y Homologaciones.
4	Condiciones Generales de Venta.
	<b>Cajas y Paneles.</b>
5	Cajas y Paneles para la Centralización de Contadores.
8	Cajas Modulares Aislantes.
	<b>Armarios.</b>
9	Armarios de Protección y Medida.
10	Armarios para Equipos de Agua y Gas.
11	Armarios de Poliéster Prensado IP-55.
14	Armarios de Poliéster-Fibra de Vidrio IP-659.
15	<b>Accesorios para Cuadros Eléctricos.</b>
	<b>Instalaciones de Enlace.</b>
16	Norma Unión Fenosa.
19	Norma Iberdrola.
23	Norma Sevillana de Electricidad.
26	Norma E.R.Z.
29	Norma Enel Viesgo.
32	<b>Cuadros Provisionales de Obra.</b>



## Certificado Registro de Empresa



# Condiciones Generales de Venta

Todas las ventas que realice PINAZO se regirán por las Condiciones Generales de Venta que se detallan a continuación, salvo acuerdo expreso con el cliente:

**PRECIOS:** Son los indicados en la tarifa en vigor en la fecha de suministro y para la mercancía puesta en nuestros almacenes. PINAZO se reserva el derecho de modificar la presente tarifa notificándolo, al menos, con quince días de antelación.

**PEDIDOS:** Se considerarán en firme. El importe mínimo será de 150,00 Euros.

**TRANSPORTE:** Los envíos en Península para importes superiores a 800,00 Euros serán a portes pagados. En estos casos, la mercancía viajará por el medio elegido por PINAZO. Cualquier otro medio que se indique será a cargo del cliente. Para envíos a Canarias y Baleares, por favor, consulten a nuestro Departamento Comercial.

**I.V.A.:** No está incluido en estos precios. Se aplicará el vigente en el momento de la venta.

**DEVOLUCIONES:** Todas las devoluciones deberán ser autorizadas previamente por escrito por el Departamento Comercial de PINAZO. No se admitirán devoluciones de material transcurridos tres meses desde la fecha de entrega.

Cuando la devolución se deba a causas no imputables a PINAZO, los portes serán por cuenta del cliente y la mercancía sufrirá una depreciación mínima del 15 por ciento sobre el valor neto facturado, en concepto de participación en nuestros costes de revisión y acondicionamiento. Dicha depreciación podrá ser mayor según el estado del producto.

**RESERVA DE DOMINIO:** PINAZO establece una reserva de dominio sobre el material vendido hasta que el comprador no haya procedido al pago total de los productos adquiridos.

**RESPONSABILIDAD CIVIL:** La responsabilidad civil de nuestros productos termina al año de su suministro.



# Cajas y Paneles para Centralización de Contadores



## Módulos Vacíos

Ref. PINAZO	Dimensiones (mm)			P.V.P.
	Alto	Ancho	Fondo	
PNZ-A3631	360	315	180	60,20
PNZ-A6327	630	270	180	86,26
PNZ-A6340	630	405	200	117,60
PNZ-A6354	630	540	200	141,62

## Cubas de Módulos

Ref. PINAZO	Dimensiones (mm)			P.V.P.
	Alto	Ancho	Fondo	
C-PNZ-A3631	360	315	160	42,54
C-PNZ-A6327	630	270	160	60,30
C-PNZ-A6340	630	405	180	79,99
C-PNZ-A6354	630	540	180	99,13

## Tapas de Módulos

Ref. PINAZO	Dimensiones (mm)			P.V.P.
	Alto	Ancho	Fondo	
T-PNZ-A3631	360	315	20	17,65
T-PNZ-A6327	630	270	20	25,97
T-PNZ-A6340	630	405	20	34,83
T-PNZ-A6354	630	540	20	42,48

## Placas Ciegas

Ref. PINAZO	Dimensiones (mm)			P.V.P.
	Alto	Ancho	Fondo	
AP-PNZ-A3631	320	275	3	9,45
AP-PNZ-A6327	600	250	3	14,30
AP-PNZ-A6340	600	385	3	19,45
AP-PNZ-A6354	590	500	3	23,23

## Placas para Contadores

Ref. PINAZO	Características	P.V.P.
PM-PNZ-4M	Placa 4 Monofásicos (Módulo/Panel)	14,90
PM-PNZ-8M	Placa 8 Monofásicos (Módulo)	29,70
PM-PNZ-3T	Placa 3 Trifásicos (Módulo/Panel)	22,33

## UNIDADES FUNCIONALES

### Unidad Funcional de Salida

Ref. PINAZO	Características	Dimensiones (mm)	P.V.P.
USP-PNZ-A6327	Para 1 Carril Din + Tierra	630 x 270 x 180	95,40
USP-PNZ-A6340	Para 2 Carril Din + Tierra	630 x 405 x 200	130,55

### Unidad Funcional de Medida (norma RU 1404 E)

Ref. PINAZO	Características	Dimensiones (mm)	P.V.P.
UM-M/PNZ-4M	4 Monofásicos (Módulo)	630 x 270 x 180	94,32
UM-M/PNZ-8M	8 Monofásicos (Módulo)	630 x 405 x 200	153,67
UM-M/PNZ-3T	3 Trifásicos (Módulo)	630 x 405 x 200	129,05



# Cajas y Paneles para Centralización de Contadores



## Unidad Funcional de Medida (norma RU 1411 B)

Ref. PINAZO	Características	Dimensiones (mm)	P.V.P.
UM-FP/PNZ-4M	4 Monofásicos (Panel)	630 x 250 x 40	25,76
UM-FP/PNZ-3T	3 Trifásicos (Panel)	630 x 385 x 40	31,16

## Unidad Funcional de Embarrado General y Fusibles

Ref. PINAZO	Características	Dimensiones (mm)	P.V.P.
UE-PNZ-A6340	Para Neozed 63-100 A	630 x 405 x 200	132,02

## Unidad Funcional de Interruptor General

Ref. PINAZO	Características	Dimensiones (mm)	P.V.P.
UI-PNZ-A3631	Para interruptores 160A/250A	360 x 315 x 180	65,73

## ACCESORIOS PARA EL MONTAJE DE COLUMNAS

### Bridas de Acoplamiento

Ref. PINAZO	Características	P.V.P.
PNZ-BAG	Brida acoplamiento sin junta	7,14
PNZ-BAG-J	Brida acoplamiento con junta	10,23

### Tapas Laterales

Ref. PINAZO	Características	P.V.P.
PNZ-TLG	Tapa lateral sin junta	13,60
PNZ-TLG-J	Tapa lateral con junta	15,19

## Velo Transparente de Protección Bases Neozed

Ref. PINAZO	Dimensiones (mm)	P.V.P.
VPF63 (63 A)	630 x 405 x 200	59,98
VPF100 (100 A)	630 x 405 x 200	66,78

### Pletinas de Cobre

Ref. PINAZO	Características	P.V.P.
CPCu-610	Conjunto 5 pletinas Cu (20 x 4 mm) mecanizadas (R-S-T-N y Tierra) Longitud: 610 mm	62,18

### Perfil DIN 46277/3

Ref. PINAZO	Características	P.V.P.
PO 600	Perfil mecanizado para la fijación de los bornes en la Unidad Funcional de Salida. Longitud 600 mm.	4,27

# Cajas y Paneles para Centralización de Contadores



## *Tornillos Fijación Contador*

Ref. PINAZO	Características	P.V.P.
CTC-A	Conjunto tornillos aislantes	1,30
CTC-L	Conjunto tornillos latón	2,45

## *Tornillería*

Ref. PINAZO	Características	P.V.P.
T - 4.8 x 19	Tornillo DIN 7981 para la fijación de placas, perfiles etc.	0,15

## *Portaetiquetas*

Ref. PINAZO	Características	P.V.P.
PE- Abonado	Portaetiquetas de policarbonato	0,64

## *Sistemas de Fijación*

Ref. PINAZO	Características	P.V.P.
PC-2000	Perfil perforado (longitud 2m)	11,44

## *Caja de Entrada de Cables*

Ref. PINAZO	Características	P.V.P.
PNZ-Caja Botella	Caja para entrada de Cables	37,44



# Cajas Modulares Aislantes



## Tapa Transparente

Ref. PINAZO	Dimensiones (mm)			P.V.P.
	Alto	Ancho	Fondo	
PNZ-C2718	270	180	170	50,09
PNZ-C2727	270	270	170	55,53
PNZ-C3627	360	270	170	65,93
PNZ-C5427	540	270	170	96,72
PNZ-C5427A	540	270	200	105,35
PNZ-C5436	540	360	170	126,97
PNZ-C5436A	540	360	200	130,10
PNZ-C5454	540	540	170	176,33
PNZ-C5454A	540	540	200	187,62

## Tapa Opaca

Ref. PINAZO	Dimensiones (mm)			P.V.P.
	Alto	Ancho	Fondo	
PNZ-C2718 TO	270	180	170	51,08
PNZ-C2727 TO	270	270	170	57,71
PNZ-C3627 TO	360	270	170	67,92
PNZ-C5427 TO	540	270	170	99,60
PNZ-C5427A TO	540	270	200	108,24
PNZ-C5436 TO	540	360	170	126,31
PNZ-C5436A TO	540	360	200	132,26
PNZ-C5454 TO	540	540	170	179,72
PNZ-C5454A TO	540	540	200	193,85

## Placas Aislantes

Ref. PINAZO	Dimensiones (mm)			P.V.P.
	Alto	Ancho	Fondo	
AP-PNZ-C2718	230	140	3	3,54
AP-PNZ-C2727	230	230	3	4,20
AP-PNZ-C3627	320	230	3	5,58
AP-PNZ-C5427	510	230	3	8,62
AP-PNZ-C5436	510	320	3	10,63
AP-PNZ-C5454	510	510	3	18,90

## Bridas de Acoplamiento

Ref. PINAZO	Características	P.V.P.
PNZ-BAP	Brida acoplamiento pequeña sin junta	6,02
PNZ-BAP-J	Brida acoplamiento pequeña con junta	9,19
PNZ-BAG	Brida acoplamiento grande sin junta	7,14
PNZ-BAG-J	Brida acoplamiento grande con junta	10,23

## Tapas Laterales

Ref. PINAZO	Características	P.V.P.
PNZ-TLP	Tapa lateral pequeña	12,21
PNZ-TLP-J	Tapa lateral pequeña con junta	13,74
PNZ-TLG	Tapa lateral grande	13,60
PNZ-TLG-J	Tapa lateral grande con junta	15,19

## Sistemas de Fijación

Ref. PINAZO	Características	P.V.P.
PFM-Módulos	Conjunto de 4 patillas de fijación mural	18,48

# Armarios de Protección y Medida



## Armarios

Ref. PINAZO	Dimensiones (mm)			P.V.P.
	Alto	Ancho	Fondo	
PNZ-GEC	265	145	144	37,55
PNZ-0	550	270	170	59,81
PNZ-1	312	428	190	68,68
PNZ-1/ ML	312	428	190	75,38
PNZ-1 /2ML	312	428	190	81,14
PNZ-2	530	530	230	125,84
PNZ-2 / ML	530	530	230	129,73
PNZ-2 / 2ML	530	530	230	134,44
PNZ-3	530	700	230	160,64
PNZ-3 / ML	530	700	230	172,60
PNZ-3 /2ML	530	700	230	174,45
PNZ-3 /3ML	530	700	230	180,80

## Cierres

Ref. PINAZO	Características	P.V.P.
CT	Cierre triangular (standar)	15,02
LLT	Llave cierre triangular	2,11
3P/PNZ-1	Cierre de 3 puntos PNZ-1	17,43
3P/PNZ-2-3	Cierre de 3 puntos PNZ-2/3	18,51

## Tejadillos

Ref. PINAZO	Características	P.V.P.
T-PNZ-1	Tejadillo para armario PNZ-1	27,74
T-PNZ-2	Tejadillo para armario PNZ-2	33,72

## Placas de Montaje Lisas

Ref. PINAZO	Características	P.V.P.
AP-0	Placa lisa para armario PNZ-0	10,91
AP-1	Placa lisa para armario PNZ-1	14,19
AP-2	Placa lisa para armario PNZ-2	25,79
AP-3	Placa lisa para armario PNZ-3	39,14

## Placas de Montaje Mecanizadas

AP-0/1M	Para 1 monofásico (PNZ-0)	13,70
AP-1/1M	Para 1 monofásico + reloj (PNZ-1)	18,06
AP-2/1T	Para 1 trifásico + reloj (PNZ-2)	28,18
AP-3/2MT	Para 2 monof. o trif. + reloj (PNZ-3)	39,96
AP-3/1TR	Para 1 trifásico act./rec.+ reloj (PNZ-3)	40,65

## Tornillos Fijación Contador

Ref. PINAZO	Características	P.V.P.
CTC-A	Conjunto tornillos aislantes	1,30
CTC-L	Conjunto tornillos de latón	2,45

## Mirilla Fija

Ref. PINAZO	Características	P.V.P.
V-12	Mirilla 120 x 120 mm	7,03

## Conjunto Fijación Mural

Ref. PINAZO	Características	P.V.P.
CFM	4 patillas de fijación con tornillería	14,07



# Armarios para Equipos de Agua y Gas



## Armarios para Agua

Ref. PINAZO	Dimensiones (mm)			P.V.P.
	Alto	Ancho	Fondo	
PNZ-1 AGUA	312	428	190	68,68
PNZ-1 AGUA/ ML	312	428	190	75,38
PNZ-2 AGUA	530	530	230	125,84
PNZ-2 AGUA/ ML	530	530	230	129,73
PNZ-3 AGUA	530	700	230	160,64
PNZ-3 AGUA/ 2ML	530	700	230	174,45

## Puertas de Registro

Ref. PINAZO	Dimensiones (mm)			P.V.P.
	Alto	Ancho	Fondo	
PR-PNZ-1 AGUA	312	428	40	76,46
PR-PNZ-2 AGUA	530	530	40	140,08
PR-PNZ-3 AGUA	530	700	40	178,80

## Cierres

Ref. PINAZO	Tipo de Cierre	P.V.P.
CT	Cierre triangular 11mm (standar) PNZ-1/2/3	15,00
CCL	Cierre cuadradillo latón 8 mm PNZ-1/2/3	Consultar
CTR	Cierre triangular latón roscado	Consultar

## Soporte Contador Agua

Ref. PINAZO	Características	P.V.P.
SCA	Soporte metálico para fijación de contador (Sendzimir)	4,31

## Aislamiento Térmico

Ref. PINAZO	Características	P.V.P.
ATP-PNZ-1 AGUA	Aislamiento en todo el armario	Consultar
ATP-PNZ-2 AGUA	Aislamiento en todo el armario	Consultar
ATP-PNZ-3 AGUA	Aislamiento en todo el armario	Consultar

## Armarios para Gas

Ref. PINAZO	Dimensiones (mm)			P.V.P.
	Alto	Ancho	Fondo	
PNZ-1 GAS	312	428	190	68,68
PNZ-2 GAS	530	530	230	125,84
PNZ-3 GAS	530	700	230	160,64

## Cierres

Ref. PINAZO	Tipo de Cierre	P.V.P.
CT	Cierre triangular 11mm standar	15,02
CCL	Cierre cuadradillo latón 8 mm	Consultar
CTR	Cierre triangular latón roscado	Consultar



# Armarios de Poliéster Prensado IP-55

## Armarios de una puerta

Ref. PINAZO	Dimensiones (mm)			P.V.P.
	Alto	Ancho	Fondo	
PNZ-55 CC	500	500	300	366,81
PNZ-57 CC	500	750	300	427,46
PNZ-75 CC	750	500	300	427,46
PNZ-77 CC	750	750	300	567,86
PNZ-710 CC	750	1000	300	682,69
PNZ-105 CC	1000	500	300	642,98
PNZ-107 CC	1000	750	300	682,70
PNZ-1010 CC	1000	1000	300	780,61
PNZ-125 CC	1250	500	300	750,81
PNZ-127 CC	1250	750	300	811,39
PNZ-1210 CC	1250	1000	300	953,53

## Armarios de una puerta con tejadillo

Ref. PINAZO	Dimensiones (mm)			P.V.P.
	Alto	Ancho	Fondo	
PNZ-55 TAC	500	500	300	391,51
PNZ-57 TAC	500	750	300	463,26
PNZ-75 TAC	750	500	300	448,74
PNZ-77 TAC	750	750	300	606,87
PNZ-710 TAC	750	1000	300	724,03
PNZ-105 TAC	1000	500	300	680,80
PNZ-107 TAC	1000	750	300	725,17
PNZ-1010 TAC	1000	1000	300	808,49
PNZ-125 TAC	1250	500	300	787,82
PNZ-127 TAC	1250	750	300	850,55
PNZ-1210 TAC	1250	1000	300	994,02

## Armarios de dos puertas

Ref. PINAZO	Dimensiones (mm)			P.V.P.
	Alto	Ancho	Fondo	
PNZ-710/2P CC	750	1000	300	727,69
PNZ-712/2P CC	750	1250	300	896,31
PNZ-105/2P CC	1000	500	300	707,87
PNZ-107/2P CC	1000	750	300	727,69
PNZ-1010/2P CC	1000	1000	300	845,55
PNZ-1012/2P CC	1000	1250	300	1.018,50
PNZ-125/2P CC	1250	500	300	781,50
PNZ-127/2P CC	1250	750	300	896,32
PNZ-1210/2P CC	1250	1000	300	1.038,44

## Armarios de dos puertas con tejadillo

Ref. PINAZO	Dimensiones (mm)			P.V.P.
	Alto	Ancho	Fondo	
PNZ-710/2P TAC	750	1000	300	769,05
PNZ-712/2P TAC	750	1250	300	1.62,91
PNZ-105/2P TAC	1000	500	300	729,11
PNZ-107/2P TAC	1000	750	300	766,85
PNZ-1010/2P TAC	1000	1000	300	886,92
PNZ-1012/2P TAC	1000	1250	300	1.185,02
PNZ-125/2P TAC	1250	500	300	802,81
PNZ-127/2P TAC	1250	750	300	935,58
PNZ-1210/2P TAC	1250	1000	300	1.079,69

# Armarios de Poliéster Prensado IP-55



## Armarios de cuatro puertas

Ref. PINAZO	Dimensiones (mm)			P.V.P.
	Alto	Ancho	Fondo	
PNZ-1010/4P CC	1000	1000	300	1.002,39
PNZ-1012/4P CC	1000	1250	300	1.134,55
PNZ-1210/4P CC	1250	1000	300	1.134,55

## Armarios de cuatro puertas con tejadillo

Ref. PINAZO	Dimensiones (mm)			P.V.P.
	Alto	Ancho	Fondo	
PNZ-1010/4P TAC	1000	1000	300	964,22
PNZ-1012/4P TAC	1000	1250	300	1.301,10
PNZ-1210/4P TAC	1250	1000	300	1.175,89

## Armarios con puerta transparente

Ref. PINAZO	Dimensiones (mm)			P.V.P.
	Alto	Ancho	Fondo	
PNZ-55 CC PT	500	500	300	453,10
PNZ-57 CC PT	500	750	300	531,55
PNZ-75 CC PT	750	500	300	531,55
PNZ-77 CC PT	750	750	300	710,34
PNZ-710 CC PT	750	1000	300	850,82
PNZ-105 CC PT	1000	500	300	804,09
PNZ-107 CC PT	1000	750	300	850,82
PNZ-1010 CC PT	1000	1000	300	1.006,68
PNZ-125 CC PT	1250	500	300	917,30
PNZ-127 CC PT	1250	750	300	1.025,72
PNZ-1210 CC PT	1250	1000	300	1.227,66

## Armarios con puerta transparente con tejadillo

Ref. PINAZO	Dimensiones (mm)			P.V.P.
	Alto	Ancho	Fondo	
PNZ-55 TAC PT	500	500	300	479,15
PNZ-57 TAC PT	500	750	300	569,62
PNZ-75 TAC PT	750	500	300	554,01
PNZ-77 TAC PT	750	750	300	751,50
PNZ-710 TAC PT	750	1000	300	894,44
PNZ-105 TAC PT	1000	500	300	833,75
PNZ-107 TAC PT	1000	750	300	895,64
PNZ-1010 TAC PT	1000	1000	300	1.036,09
PNZ-125 TAC PT	1250	500	300	956,33
PNZ-127 TAC PT	1250	750	300	1.067,03
PNZ-1210 TAC PT	1250	1000	300	1.271,41

## Placas Aislantes

Ref. PINAZO	Dimensiones (mm)		P.V.P.
	Alto	Ancho	
AP-55	400	400	29,97
AP-57	400	650	42,67
AP-77	650	650	75,15
AP-105	900	400	75,15
AP-107	650	900	104,00
AP-1010	900	900	134,72
AP-125	1150	400	104,00
AP-127	1150	650	130,24
AP-1210	1150	900	173,33



# Armarios de Poliéster Prensado IP-55



## Placas Metálicas

Ref. PINAZO	Dimensiones (mm)		P.V.P.
	Alto	Ancho	
MP-55	400	400	26,53
MP-57	400	650	40,92
MP-77	650	650	63,80
MP-105	900	400	63,80
MP-107	650	900	85,95
MP-1010	900	900	116,99
MP-125	1150	400	85,95
MP-127	1150	650	109,84
MP-1210	1150	900	148,77

## Cierres

Ref. PINAZO	Características	P.V.P.
CM	Cierre de maneta	67,13

## Dispositivo de Candado

Ref. PINAZO	Características	P.V.P.
BC	Para cierre standard triangular.	22,15

## Bridas de Acoplamiento

Ref. PINAZO	Características	P.V.P.
BUL	Brida unión lateral	7,00
BUV	Brida unión vertical	6,55

## Conjunto Fijación Mural

Ref. PINAZO	Características	P.V.P.
CFM	Patillas fijación mural armarios sin tejadillo.	14,07

## Conjunto Anclaje Fijación al Suelo

Ref. PINAZO	Características	P.V.P.
CFS	Piezas para fijación del armario al suelo.	53,78

## Bases

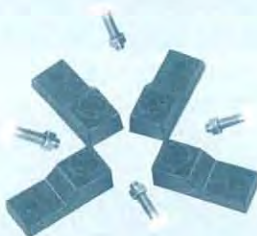
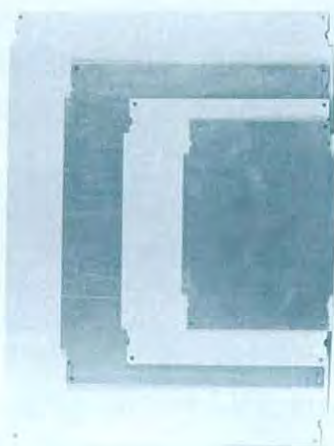
Ref. PINAZO	Características	P.V.P.
B-PNZ-500	Para armarios de 500 mm de ancho	123,25
B-PNZ-700	Para armarios de 750 mm de ancho	135,10

## Zócalos

Ref. PINAZO	Características	P.V.P.
Z-PNZ-55	Para armarios de 500 mm de ancho	363,18
Z-PNZ-57	Para armarios de 750 mm de ancho	419,64
Z-PNZ-510	Para armarios de 1000 mm de ancho	553,13
Z-PNZ-512	Para armarios de 1250 mm de ancho	637,05



# Armarios de Poliéster-Fibra de Vidrio IP-659



## Armarios Puerta Normal

Ref. PINAZO	Dimensiones (mm)			P.V.P.
	Alto	Ancho	Fondo	
MINI-PNZ-325	300	250	160	88,81
MINI-PNZ-43	400	300	200	118,31
MINI-PNZ-54	500	400	200	167,67
MINI-PNZ-65	600	500	250	211,01
MINI-PNZ-86	800	600	300	353,31

## Armarios Puerta Transparente

MINI-PNZ-325-PT	300	250	160	150,18
MINI-PNZ-43-PT	400	300	200	193,61
MINI-PNZ-54-PT	500	400	200	257,76
MINI-PNZ-65-PT	600	500	250	346,37
MINI-PNZ-86-PT	800	600	300	504,33

## Placas Poliéster

Ref. PINAZO	Dimensiones (mm)		P.V.P.
	Alto	Ancho	
PMP-325	300	250	5,31
PMP-43	400	300	7,48
PMP-54	500	400	15,03
PMP-65	600	500	20,33
PMP-86	800	600	34,36

## Placas Metálicas

PMM-325	300	250	5,01
PMM-43	400	300	6,86
PMM-54	500	400	12,04
PMM-65	600	500	17,45
PMM-86	800	600	30,45

## Cierres

Ref. PINAZO	Tipo de Cierre	P.V.P.
DB	Cierre standar (doble barra Din 3,00 mm)	12,17
CT	Cierre triangular (11mm)	8,62
CLL	Cierre manual con llave	12,29

## Patillas de Fijación Mural

Ref. PINAZO	P.V.P.
PFM	Patillas fijación mural 7,34

## Conjunto Placa Desplazable

Ref. PINAZO		P.V.P.
PDP-200	Para armarios 100 200 mm de profundidad	24,94
PDP-250	Para armarios 100 250 mm de profundidad	25,90
PDP-300	Para armarios 100 300 mm de profundidad	27,07

## Chasis de Distribución

Ref. PINAZO		P.V.P.
CH- 43	Para 24 Módulos	60,41
CH- 54	Para 54 Módulos	71,96
CH-65	Para 69 Módulos	91,62
CH-86	Para 116 Módulos	124,70

# Accesorios para Cuadros Eléctricos

## Conos Pasacables

Ref. PINAZO	Sección Cable		Ø Taladro	P.V.P.
	Min.	Max.	Montaje	
C-38	6	38	41	0,62
C-60	30	60	62	1,27
C-90	30	87	90	4,82

## Dispositivo de Ventilación

Ref. PINAZO	Ø Taladro	P.V.P.
DR	18,5	1,31
DRG	29	4,83

## Mirillas de Maniobras

Ref. PINAZO	Dimensiones		P.V.P.
	Alto	Ancho	
2M	50	59	19,93
4M	50	94	21,12
6M	50	130	23,49
8M	50	163	31,78
10M	50	200	38,71
12M	50	233	44,58
16M	150	195	30,17
24M (Maximetro)	196	233	34,61

## Bornes Bimetálicos

Ref. PINAZO	Nº PISOS	P.V.P.
BB1-95	1	9,21
BB1-150	1	11,98
BB1-240	1	20,21
BB2-95	2	13,61
BB2-150	2	17,70
BB2-240	2	43,84
BB1-50P/C	1	8,16
BB2-50P/C	2	10,69

## Deribornes Bimetálicos

Ref. PINAZO	P.V.P.
D2B1-95	22,35
D2B2-95	39,36
D2B2-150	44,23
D2B2-240	164,22

## Perfiles DIN

Ref. PINAZO	Espes.	Dimensiones			P.V.P.
		Alto	Ancho	Fondo	
PERFIL 0	1	35	7,5	27	3,07
PERFIL 0P	1	35	7,5	27	3,26
PERFIL J	1,5	32	15	9	5,65
PERFIL JP	1,5	32	15	9	8,99
CP-2010	1	20	10	5	3,30
CP-4020	1,5	42	20	8	7,85



# Instalaciones de Enlace

Norma Unión Fenosa

## CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES

### Suministros monofásicos hasta 63 A.

Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-CME/1 UF	Columna para 1 contador monofásico integral	356,17
PNZ-CME/2 UF	Columna para 2 contadores monofásicos integrales	380,50
PNZ-CME/3 UF	Columna para 3 contadores monofásicos integrales	426,64
PNZ-CME/4 UF	Columna para 4 contadores monofásicos integrales	472,11
PNZ-CME/5 UF	Columna para 5 contadores monofásicos integrales	556,07
PNZ-CME/6 UF	Columna para 6 contadores monofásicos integrales	580,08
PNZ-CME/7 UF	Columna para 7 contadores monofásicos integrales	621,26
PNZ-CME/8 UF	Columna para 8 contadores monofásicos integrales	701,85
PNZ-CME/9 UF	Columna para 9 contadores monofásicos integrales	767,04
PNZ-CME/10 UF	Columna para 10 contadores monofásicos integrales	803,70
PNZ-CME/11 UF	Columna para 11 contadores monofásicos integrales	881,58
PNZ-CME/12 UF	Columna para 12 contadores monofásicos integrales	906,43
PNZ-CME/13 UF	Columna para 13 contadores monofásicos integrales	991,38
PNZ-CME/14 UF	Columna para 14 contadores monofásicos integrales	1.019,32
PNZ-CME/15 UF	Columna para 15 contadores monofásicos integrales	1.047,77
PNZ-CME/16 UF	Columna para 16 contadores monofásicos integrales	1.065,19

### Suministros trifásicos hasta 15 kw

Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-CTE/63/1 UF	Columna para 1 contador trifásico integral	400,66
PNZ-CTE/63/2 UF	Columna para 2 contadores trifásicos integrales	463,65
PNZ-CTE/63/3 UF	Columna para 3 contadores trifásicos integrales	555,84
PNZ-CTE/63/4 UF	Columna para 4 contadores trifásicos integrales	727,14
PNZ-CTE/63/5 UF	Columna para 5 contadores trifásicos integrales	770,29
PNZ-CTE/63/6 UF	Columna para 6 contadores trifásicos integrales	895,37
PNZ-CTE/63/7 UF	Columna para 7 contadores trifásicos integrales	1.021,00
PNZ-CTE/63/8 UF	Columna para 8 contadores trifásicos integrales	1.104,34
PNZ-CTE/63/9 UF	Columna para 9 contadores trifásicos integrales	1.140,47

### Suministros trifásicos superiores a 15 kw

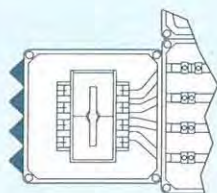
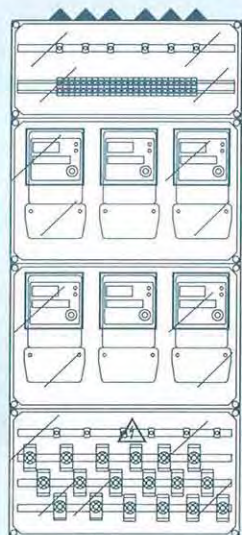
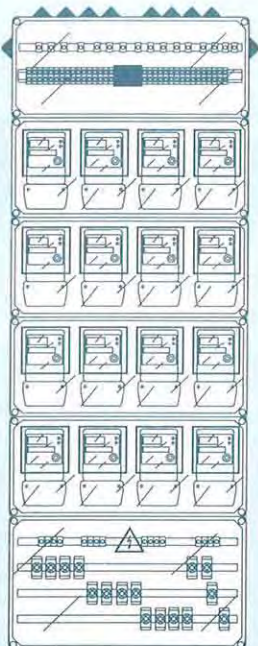
Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-CTE/100 1 UF	Columna para 1 contador trifásico integral	430,76
PNZ-CTE/100 2 UF	Columna para 2 contadores trifásicos integrales	527,04
PNZ-CTE/100 3 UF	Columna para 3 contadores trifásicos integrales	676,43
PNZ-CTE/100 4 UF	Columna para 4 contadores trifásicos integrales	838,06
PNZ-CTE/100 5 UF	Columna para 5 contadores trifásicos integrales	946,37
PNZ-CTE/100 6 UF	Columna para 6 contadores trifásicos integrales	1.129,96

### Interruptores de corte en carga

Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-Módulo I-160	Módulo con interruptor de corte en carga de 160 A	173,05
PNZ-Módulo I-250	Módulo con interruptor de corte en carga de 250 A	246,09

### Accesorios para Conexión Puesta a Tierra

Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-CST-50	Para conductor 50 mm <sup>2</sup>	32,90
PNZ-CST-150	Para conductor hasta 150 mm <sup>2</sup>	89,44



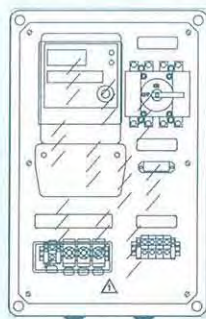


# Instalaciones de Enlace

Norma Unión Fenosa

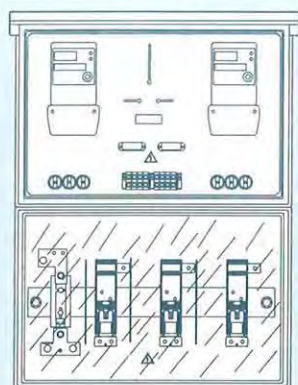
## EQUIPOS DE MEDIDA INDIVIDUAL

### Instalación en interior



Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-MEP UF	Suministros monofásico hasta 14,49 kw con protección	107,19
PNZ-TEP UF	Suministro trifásico hasta 15 kw con protección	160,33
PNZ-TEIP UF	Suministro trifásico superior a 15 kw	377,46
PNZ-TIEI 160 A UF	Suministro trifásico superior a 63 A e interr. 160 A (medida indirecta)	732,51
PNZ-TIEI 250 A UF	Suministro trifásico superior a 63 A e interr. 250 A (medida indirecta)	784,61
PNZ-TIEI 400 A UF	Suministro trifásico superior a 63 A e interr. 400 A (medida indirecta)	979,15

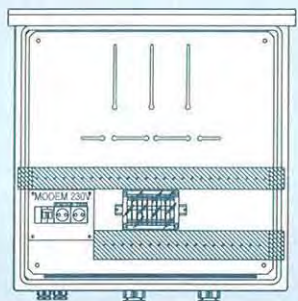
### Instalación en exterior



Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-CPM-1ME-UF	Suministro monofásico hasta 63 A sin reparto	170,94
PNZ-CPM-1TE-UF	Suministro trifásico hasta 15 kw sin reparto	287,63
PNZ-A-2M-EP UF	Suministro dos abonados monofásico hasta 15 kw	505,19
PNZ-A-2T-EP UF	Suministro dos abonados trifásicos hasta 15 kw	614,03
PNZ-AR-2M-EP UF	Suministro dos abonados monofásico hasta 15 kw con reparto	845,01
PNZ-AR-2T-EP UF	Suministro dos abonados trifásico hasta 15 kw con reparto	954,86
PNZ-A-TEIP-UF	Suministro trifásico superior a 15 kw sin reparto	675,94
PNZ-A-2TEIP UF	Suministros trifásicos superiores a 15 kw sin reparto	936,08
PNZ-AR-TEIP UF	Suministro trifásico superior a 15 kw con reparto	990,53
PNZ-A-TETi-160A UF	Suministro trifásico superior a 15 kw con reparto (contador integral)	1.194,46
PNZ-A-TETi-250A UF	Suministro trifásico superior a 63 A con interruptor 160 A s/reparto M.I.	1.069,09
PNZ-A-TETi-400A UF	Suministro trifásico superior a 63 A con interruptor 250 A s/reparto M.I.	1.138,25
PNZ-AR-TETi-160A UF	Suministro trifásico superior a 63 A con interruptor 400 A s/reparto M.I.	1.372,45
PNZ-AR-TETi-250A UF	Suministro trifásico superior a 63 A con interruptor 160 A con reparto M.I.	1.718,85
PNZ-AR-TETi-400A UF	Suministro trifásico superior a 63 A con interruptor 250 A con reparto M.I.	1.808,06
	Suministro trifásico superior a 63 A con interruptor 400 A con reparto M.I.	2.114,43

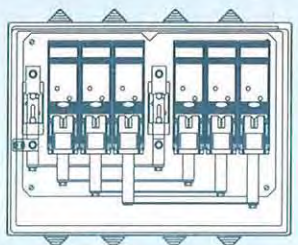
## ARMARIOS PARA EQUIPOS DE MEDIDA DE ALTA TENSIÓN

### Instalación interior y exterior



Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-A/77 TAT UF	Armario de medida A.T.	1.624,44
PNZ-A/77 TAT UF (Redundante)	Armario de medida A.T. Redundante	1.801,48

## CAJAS GENERALES DE PROTECCIÓN (c/ bases BUC)



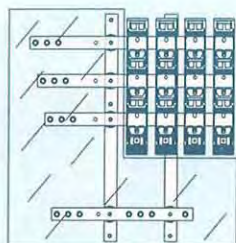
Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-CGP-1-80-160 BUC	Caja General de Protección esquema 1, 100 A	125,22
PNZ-CGP-7-160 BUC UF	Caja General de Protección esquema 7, 160 A	201,25
PNZ-CGP-7-250 BUC UF	Caja General de Protección esquema 7, 250 A	297,72
PNZ-CGP-7-400 BUC	Caja General de Protección esquema 7, 400 A	311,29
PNZ-CGP-9-250 BUC UF	Caja General de Protección esquema 9, 250 A	237,51
PNZ-CGP-10-250/400 BUC	Caja General de Protección esquema 10, 250 A	400,35
PNZ-CGP-11-250/250/400 BUC	Caja General de Protección esquema 11, 250 A	680,92
PNZ-CGP-12-250/250/400 BUC	Caja General de Protección esquema 12, 250 A	948,73
PNZ-CGP-14/250/400 BUC	Caja General de Protección esquema 14, 250 A	362,75



# Instalaciones de Enlace

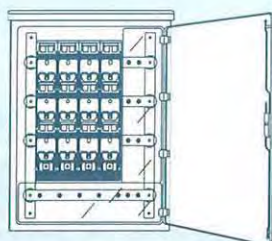
Norma Unión Fenosa

## CONJUNTOS DE REPARTO CON BTV CERRADAS



Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-B/BTVC-2-250 A UF	Bastidor para 2 salidas con bases tripolares verticales de 250 A	1.005,67
PNZ-B/BTVC-2-400 A UF	Bastidor para 2 salidas con bases tripolares verticales de 400 A	1.057,17
PNZ-B/BTVC-2-630 A UF	Bastidor para 2 salidas con bases tripolares verticales de 630 A	1.087,69
PNZ-B/BTVC-4-250 A UF	Bastidor para 4 salidas con bases tripolares verticales de 250 A	1.649,43
PNZ-B/BTVC-4-400 A UF	Bastidor para 4 salidas con bases tripolares verticales de 400 A	2.023,46
PNZ-B/BTVC-4-630 A UF	Bastidor para 4 salidas con bases tripolares verticales de 630 A	2.609,99
PNZ-B/BTVC-6-250 A UF	Bastidor para 6 salidas con bases tripolares verticales de 250 A	2.756,46
PNZ-B/BTVC-6-400 A UF	Bastidor para 6 salidas con bases tripolares verticales de 400 A	2.804,97
PNZ-B/BTVC-6-630 A UF	Bastidor para 6 salidas con bases tripolares verticales de 630 A	3.684,78

## ARMARIOS DE DISTRIBUCIÓN CON BTV CERRADAS



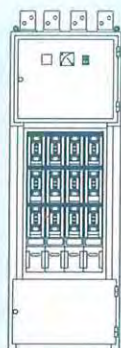
Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-A/BTVC-2-250 A UF	Armario para 2 salidas con bases tripolares verticales de 250 A	1.365,63
PNZ-A/BTVC-2-400 A UF	Armario para 2 salidas con bases tripolares verticales de 400 A	1.372,25
PNZ-A/BTVC-2-630 A UF	Armario para 2 salidas con bases tripolares verticales de 630 A	1.660,14
PNZ-A/BTVC-4-250 A UF	Armario para 4 salidas con bases tripolares verticales de 250 A	2.145,61
PNZ-A/BTVC-4-400 A UF	Armario para 4 salidas con bases tripolares verticales de 400 A	2.943,14
PNZ-A/BTVC-4-630 A UF	Armario para 4 salidas con bases tripolares verticales de 630 A	2.534,17
PNZ-A/BTVC-6-250 A UF	Armario para 6 salidas con bases tripolares verticales de 250 A	3.405,83
PNZ-A/BTVC-6-400 A UF	Armario para 6 salidas con bases tripolares verticales de 400 A	3.422,93
PNZ-A/BTVC-6-630 A UF	Armario para 6 salidas con bases tripolares verticales de 630 A	4.271,64

## PUERTAS MECHINALES



Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-Puerta Mechinal 1000 x 700 UF	Puerta de 1000 x 700 mm con cierre normalizado UF	275,56
PNZ-Puerta Mechinal 1000 x 1200 UF	Puerta de 1000 x 1200 mm con cierre normalizado UF	395,62

## CUADROS DE DISTRIBUCIÓN DE B.T. PARA CENTROS DE TRANSFORMACIÓN



Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-CBT-AC-UF	Cuadro de Acometida	Consultar
PNZ-CBT-AM-UF	Cuadro de Ampliación	Consultar



# Instalaciones de Enlace

Norma Iberdrola

## CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES CON ENVOLVENTES

### Suministros monofásicos para viviendas tipo "A"

Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-Módulo 3ME IB	Módulo de 3 contadores monofásicos Electrónicos	399,82
PNZ-Módulo 4 ME IB	Módulo de 4 contadores monofásicos Electrónicos	513,98
PNZ-Módulo 6 ME IB	Módulo de 6 contadores monofásicos Electrónicos	605,72
PNZ-Módulo 8 ME IB	Módulo de 8 contadores monofásicos Electrónicos	806,12
PNZ-Módulo 9 ME IB	Módulo de 9 contadores monofásicos Electrónicos	783,25
PNZ-Módulo 12 ME IB	Módulo de 12 contadores monofásicos Electrónicos	923,29
PNZ-Módulo 14 ME IB	Módulo de 14 contadores monofásicos Electrónicos	1.049,73
PNZ-Módulo 15 ME IB	Módulo de 15 contadores monofásicos Electrónicos	1.130,56

### Suministros trifásicos para vivienda tipo "B"

Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-Módulo 2 TE IB	Módulo de 2 contadores trifásicos Electrónicos	660,92
PNZ-Módulo 3 TE IB	Módulo de 3 contadores trifásicos Electrónicos	763,64
PNZ-Módulo 4 TE IB	Módulo de 4 contadores trifásicos Electrónicos	907,03
PNZ-Módulo 5 TE IB	Módulo de 5 contadores trifásicos Electrónicos	1.022,13
PNZ-Módulo 6 TE IB	Módulo de 6 contadores trifásicos Electrónicos	1.165,48

### Suministros trifásicos para locales comerciales tipo "BCAR-BP"

Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ- Módulo 2 CAR-BP IB	Columna tipo módulo para 2 contadores trifásicos integrales	Consultar
PNZ- Módulo 3 CAR-BP IB	Columna tipo módulo para 3 contadores trifásicos integrales	Consultar

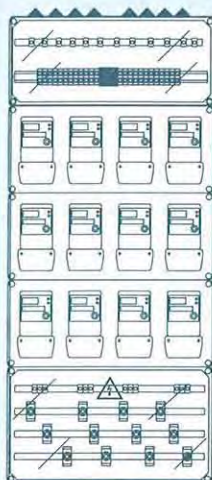
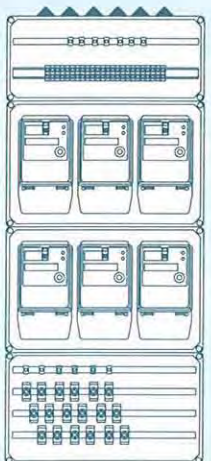
## CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES CON PANELES

### Suministros monofásicos para viviendas tipo "A"

Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-Panel 2 ME IB	Panel de 2 contadores monofásicos Electrónicos	380,50
PNZ-Panel 4 ME IB	Panel de 4 contadores monofásicos Electrónicos	469,27
PNZ-Panel 6 ME IB	Panel de 6 contadores monofásicos Electrónicos	543,65
PNZ-Panel 8 ME IB	Panel de 8 contadores monofásicos Electrónicos	727,83
PNZ-Panel 9 ME IB	Panel de 9 contadores monofásicos Electrónicos	767,60
PNZ-Panel 12 ME IB	Panel de 12 contadores monofásicos Electrónicos	878,53
PNZ-Panel 14 ME IB	Panel de 14 contadores monofásicos Electrónicos	1.002,70
PNZ-Panel 15 ME IB	Panel de 15 contadores monofásicos Electrónicos	1.048,25

### Suministros trifásicos para viviendas tipo "B"

Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-Panel 2 TE IB	Panel de 2 contadores trifásicos Electrónicos	626,29
PNZ-Panel 3 TE IB	Panel de 3 contadores trifásicos Electrónicos	669,48
PNZ-Panel 4 TE IB	Panel de 4 contadores trifásicos Electrónicos	826,47
PNZ-Panel 5 TE IB	Panel de 5 contadores trifásicos Electrónicos	915,86
PNZ-Panel 6 TE IB	Panel de 6 contadores trifásicos Electrónicos	1.056,34





# Instalaciones de Enlace

Norma Iberdrola

## Suministros trifásicos para locales comerciales tipo "BCAR-BP"

Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-Panel 2 CAR-BP IB	Columna tipo panel para 2 contadores trifásicos integrales	Consultar
PNZ-Panel 3 CAR-BP IB	Columna tipo panel para 3 contadores trifásicos integrales	Consultar

## Interruptores de corte en carga

Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-Módulo I-160	Módulo con interruptor de corte en carga de 160 A	173,95
PNZ-Módulo I-250	Módulo con interruptor de corte en carga de 250 A	246,09

## Accesorios para Conexión Puesta a Tierra

Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-CST-50	Para conductor 50 mm <sup>2</sup>	32,90
PNZ-CST-150	Para conductor hasta 150 mm <sup>2</sup>	89,44

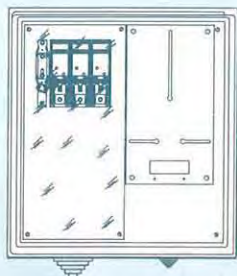
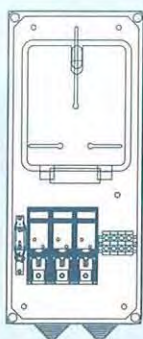
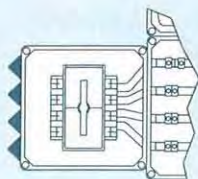
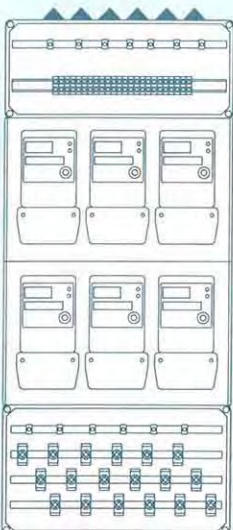
## EQUIPOS Y ARMARIOS DE MEDIDA

### Instalación en interior

Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-BIR BUC-00 IB	Suministro trif. hasta 41,5 kw Electrónico	258,05
PNZ-BIR BP BUC-00 IB	Suministro trif. multifunción c/ Bornas Comp.	609,50
PNZ-CIT IB c/ Plet. Trafos	Suministro trif. hasta 198 kw Electrónico	619,57
PNZ-CIT 160 IB s/fus c/ Plet. Trafos	Suministro trif. hasta 198 kw con interruptor 160 A sin fusibles	836,98
PNZ-CIT 250 IB s/fus c/ Plet. Trafos	Suministro trif. hasta 198 kw con interruptor 250 A sin fusibles	861,50
PNZ-CIT-FU IB	Suministro trif. hasta 198 kw Electrónico con fusibles	925,00
PNZ-DIT IB c/ Plet. Trafos	Suministro trif. de 198 Kw a 495 Kw	703,40
PNZ-DIT 400 IB s/fus c/ Plet. Trafos	Suministro trif. hasta 495 Kw con interruptor 400 A sin fusibles	1.266,24
PNZ-DIT 600 IB s/fus c/ Plet. Trafos	Suministro trif. hasta 495 Kw con interruptor 630 A sin fusibles	1.680,47

### Instalación exterior

Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-CPM1-D2-M BUC-00 IB	Suministro monofásico hasta 14 kw -Empotrable-	123,53
PNZ-CPM1-D2-I BUC-00 IB	Suministro monofásico hasta 14 kw -Intemperie-	360,29
PNZ-CPM3-D2/2-M BUC-00 IB	Suministro 2 monofásicos hasta 14 Kw -Empotrable-	287,13
PNZ-CPM3-D2/2-I BUC-00 IB	Suministro 2 monofásicos hasta 14 kw -Intemperie-	449,12
PNZ-CPM2-D/E4-M BUC-00 IB	Suministro trifásico -Empotrable-	258,22
PNZ-CPM2-D/E4-I BUC-00 IB	Suministro trifásico -Intemperie-	430,71
PNZ-CPM2-E4-BP-M BUC-00 IB	Suministro trif. Multifunción c/ Bornas Comp. -Empotrable-	573,53
PNZ-CPM2-E4-BP-I BUC-00 IB	Suministro trif. Multifunción c/ Bornas Comp. -Intemperie-	770,59

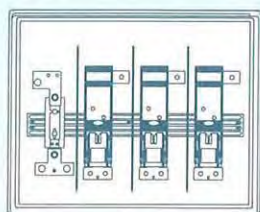
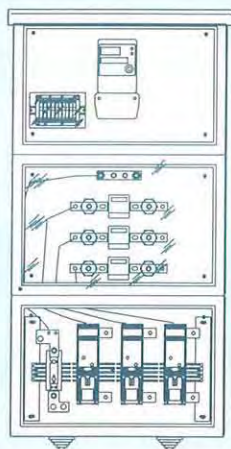
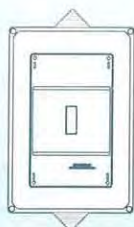
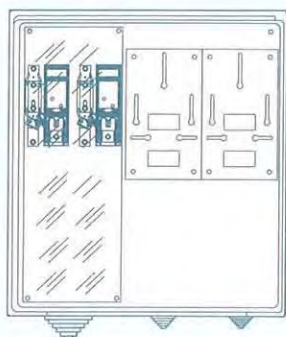




# Instalaciones de Enlace

Norma Iberdrola

## Armarios de protección y medida con seccionamiento de bases seccionables



Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-CPM3 D2/2-M 2c BUC-00 IB	Suministro 2 monofásico (c/secc) -Empotrable-	760,51
PNZ-CPM3 D2/2-I 2c IBUC-00 B	Suministro 2 monofásico (c/secc) -Intemperie-	820,59
PNZ-CPM3 E4-M 2c BUC-00 IB	Suministro trifásico (c/secc) -Empotrable-	780,22
PNZ-CPM3 E4-I 2c BUC-00 IB	Suministro trifásico (c/secc) -Intemperie-	978,75

## Cajas para interruptor de control de potencia

Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-CN1-ICP 40	Para ICP unipolar	37,96

## Armarios para medida individual -medida indirecta- (intemperie)

Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-CMT-300 E-M IB	Suministro trifásico hasta 300 A	597,96
PNZ-CMT-300 E-MF IB(F-9)	Suministro trifásico hasta 300 A c/protecc (Fin línea)	979,41
PNZ-CMT-300 E-MF IB(F-10)	Suministro trifásico hasta 300 A c/protecc	1150,39
PNZ-CMT-300 E-I IB	Suministro trifásico hasta 300 A	866,18
PNZ-CMT-300 E-IF IB(F-9)	Suministro trifásico hasta 300 A c/protecc (Fin línea)	1.550,00
PNZ-CMT-300 E-IF IB(F-10)	Suministro trifásico hasta 300 A c/protecc	1.867,42
PNZ-CMT-750 E-I IB	Suministro trifásico hasta 750 A -Intemperie-	1.617,60

## Armarios de seccionamiento bases c/c seccionables

Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-CS 250/400 E	Armario cierre de triple acción con bases seccionables 250A	308,86
PNZ-CS 400/400 E	Armario cierre de triple acción con bases seccionables 400A	356,20
PNZ-CS 250/400 S	Armario con bases seccionables 250A (saliente)	507,31
PNZ-CS 400/400 S	Armario con bases seccionables 400A (saliente)	554,65

## Armarios de derivación

Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-CPM Derivación E	Armario derivación con bornes de 150 mm <sup>2</sup> (empotrar)	243,18
PNZ-CPM Derivación T	Armario derivación con bornes de 150 mm <sup>2</sup> (saliente)	484,21

## Armarios de medida en Alta Tensión

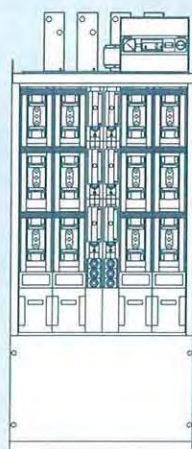
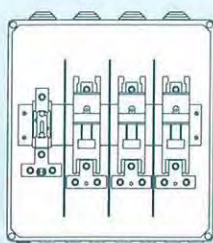
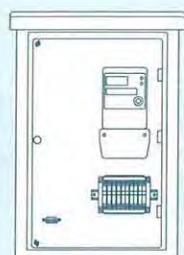
Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-CMAT-PF 3 IB	Equipo para punto frontera 3	835,02
PNZ-CMAT-PF 1 - 2 IB	Equipo para puntos frontera 1 y 2	1.028,15



# Instalaciones de Enlace

Norma Iberdrola

## CAJAS GENERALES DE PROTECCIÓN



Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-CGP-1-100 BUC	CGP Esquema 1, 100 A (bases seccionables)	125,22
PNZ-CGP-7-100 BUC	CGP Esquema 7, 100 A (bases seccionables)	195,28
PNZ-CGP-7-160 BUC	CGP Esquema 7, 160 A (bases seccionables)	201,25
PNZ-CGP-7-250 BUC	CGP Esquema 7, 250 A (bases seccionables)	297,78
PNZ-CGP-7-400 BUC	CGP Esquema 7, 400 A (bases seccionables)	311,29
MINI-PNZ-CGP-7-250 A BUC	CGP Esquema 7, 250 A (bases seccionables)	320,53
MINI-PNZ-CGP-7-400 A BUC	CGP Esquema 7, 400 A (bases seccionables)	360,18
PNZ-CGP-9-250 kw BUC	CGP Esquema 9, 250 A (bases seccionables)	250,74
PNZ-CGP-9-400 Kw BUC	CGP Esquema 9, 400 A (bases seccionables)	400,35
PNZ-CGP-10-250 BUC	CGP Esquema 10, 250 A (bases seccionables)	400,35
PNZ-CGP-11-250/250 BUC	CGP Esquema 11, 250 A (bases seccionables)	690,92

## CONJUNTOS DE DISTRIBUCIÓN CON BASES TRIPOLARES VERTICALES

**Conjunto de distribución en red radial**  
(Previa consulta a Compañía)

Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-B/BTV 3SLD 400 ZS IB	Bastidor para distribución en red radial para 4 salidas 400A	1.501,91
PNZ-B/BTV 4SLD 400 ZS IB	Bastidor para distribución en red radial para 4 salidas 400A	1.796,90
PNZ-A/BTV 3SLD 400 ZS IB	Armario para distribución en red radial para 3 salidas 400A	1.985,88
PNZ-A/BTV 4SLD 400 ZS IB	Armario para distribución en red radial para 4 salidas 400A	2.174,55

## PUERTAS MECHINAL

Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-Puerta Mechinal 1000x700 IB	Puerta mechnal de 1000 x 700 mm con cierre normalizado IB	275,56
PNZ-Puerta Mechinal 1000x1200 IB	Puerta mechnal de 1000 x 1200 mm con cierre normalizado IB	395,62

## CUADROS DE DISTRIBUCIÓN DE B.T. PARA CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-CBTA CT IB	Armario BT para centros de transformación tipo poste	Consultar
PNZ-CBTI-CT-5 IB	Cuadro de Acometida (5 Salidas)	Consultar
PNZ-CBTI-CT-6 IB	Cuadro de Acometida (6 Salidas)	Consultar



# Instalaciones de Enlace

## Norma Sevillana de Electricidad

### COLUMNAS DE CONTADORES

#### Suministros monofásicos o trifásicos hasta 63 A.

Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ - C1TD SE	Columna para 1 contador monofásico o trifásico	Consultar
PNZ - C2TD SE	Columna para 2 contadores monofásicos o trifásicos	Consultar
PNZ - C3TD SE	Columna para 3 contadores monofásicos o trifásicos	Consultar
PNZ - C4TD SE	Columna para 4 contadores monofásicos o trifásicos	Consultar
PNZ - C5TD SE	Columna para 5 contadores monofásicos o trifásicos	Consultar
PNZ - C6TD SE	Columna para 6 contadores monofásicos o trifásicos	Consultar
PNZ - C7TD SE	Columna para 7 contadores monofásicos o trifásicos	Consultar
PNZ - C8TD SE	Columna para 8 contadores monofásicos o trifásicos	Consultar

#### Suministros trifásicos superiores a 15 kw (integrales)

Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ - C1TI SE	Columna para 1 contador trifásico activa reactiva	Consultar
PNZ - C2TI SE	Columna para 2 contadores trifásicos activa reactiva	Consultar
PNZ - C3TI SE	Columna para 3 contadores trifásicos activa reactiva	Consultar
PNZ - C4TI SE	Columna para 4 contadores trifásicos activa reactiva	Consultar
PNZ - C5TI SE	Columna para 5 contadores trifásicos activa reactiva	Consultar
PNZ - C6TI SE	Columna para 6 contadores trifásicos activa reactiva	Consultar
PNZ - C7TI SE	Columna para 7 contadores trifásicos activa reactiva	Consultar
PNZ - C8TI SE	Columna para 8 contadores trifásicos activa reactiva	Consultar

#### Caja de entrada de cables

Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ- Caja botella	Caja para entrada de cables	36,00

#### Interruptor general de corte en carga

Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-Módulo I-160	Módulo con interruptor de corte en carga de 160 A	173,95
PNZ-Módulo I-250	Módulo con interruptor de corte en carga de 250 A	246,09

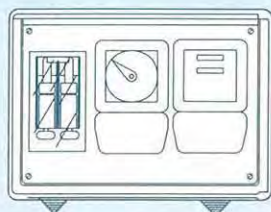
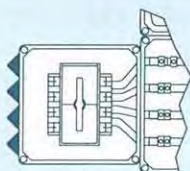
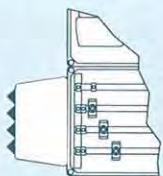
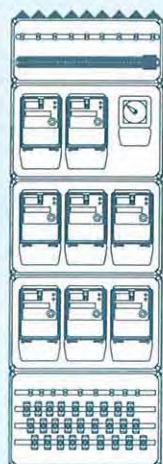
#### Accesorios para Conexión Puesta a Tierra

Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-CST-50	Para conductor 50 mm <sup>2</sup>	32,40
PNZ-CST-150	Para conductor hasta 150 mm <sup>2</sup>	89,44

### EQUIPOS DE MEDIDA INDIVIDUAL

#### Instalación en exterior

Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-CPM1-D2 END	Suministro monofásico e interruptor horario	80,76
PNZ-CPM2-D4 END	Suministro trifásico e interruptor horario	144,41
PNZ-CPM3-D4 END	Dos suministros trifásicos e interruptor horario	224,18
PNZ-A/EMI-250	Suministros trifásicos superiores a 63 A medida indirecta	895,34
PNZ-A/EMI-630	Suministros trifásicos superiores a 63 A medida indirecta	1.003,35

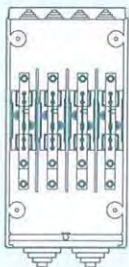
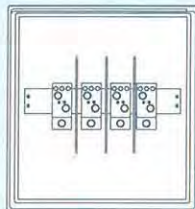
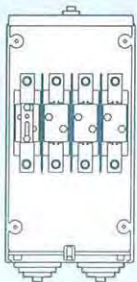
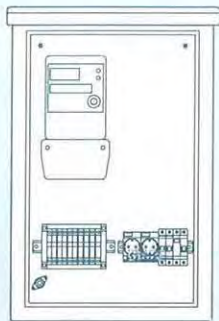
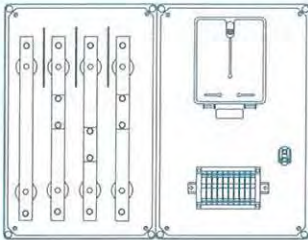




# Instalaciones de Enlace

Norma Sevillana de Electricidad

## Instalación en interior



Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-EMV-250 SE	Suministro trifásico superior a 63 A medida indirecta	653,26
PNZ-EMV-250 M SE	Suministro trifásico superior a 63 A medida indirecta (preparado para modem)	672,35
PNZ-EMV-630 SE	Suministro trifásico superior a 63 A medida indirecta	832,03
PNZ-EMV-630 M SE	Suministro trifásico superior a 63 A medida indirecta (preparado para modem)	851,12
PNZ-Módulo EM-NH0+I-160	Equipo de medida con protección e interruptor de 160 A	Consultar
PNZ-Módulo EM-NH1+I-250	Equipo de medida con protección e interruptor de 250 A	Consultar
PNZ-Módulo EM-NH3+I630	Equipo de medida con protección e interruptor de 630 A	Consultar

## Equipos de medida para Alta Tensión

Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-A/75 T/AT SE	Armario de medida en alta tensión (exterior)	584,90
PNZ-A/75 T/AT+ Kit Modem	Armario de medida en alta tensión preparado para modem (exterior)	652,53
PNZ-ATI SE	Módulo de medida en alta tensión (interior)	278,05
PNZ-ATI + Kit Modem	Módulo de medida en alta tensión preparado para modem (interior)	322,46

## CAJAS GENERALES DE PROTECCIÓN

Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-CGP-7-63BBB	Caja General de protección esquema 7 con bases hasta 63 A con bornes	116,57
PNZ-CGP-7-100	Caja General de Protección esquema 7 con bases hasta 100 A con bornes	134,15
PNZ-CGP-7-160	Caja General de Protección esquema 7 con bases NH-0	171,23
PNZ-CGP-7-250	Caja General de Protección esquema 7 con bases NH-1	211,47
PNZ-CGP-7-400	Caja General de Protección esquema 7 con bases NH-2	265,36
PNZ-CGP-9-100	Caja General de Protección esquema 9 con bases NH-0	192,55
PNZ-CGP-9-250	Caja General de Protección esquema 9 con bases NH-1	279,62
PNZ-CGP-9-400	Caja General de Protección esquema 9 con bases NH-2	323,63
PNZ-CGP-9-630	Caja General de Protección esquema 9 con bases NH-3	Consultar
PNZ-CGP-12-250/250	Caja General de Protección esquema 12 con bases NH-1	550,22

## CAJA DE PASO Y DERIVACIÓN

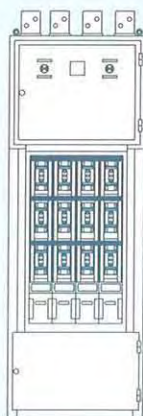
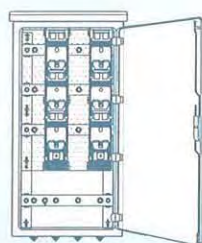
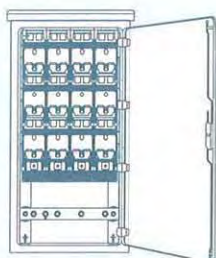
Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-CDP 400	Armario de Derivación CPD SE	Consultar

## CAJA DE DISTRIBUCIÓN EN BAJA TENSIÓN

Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-CS- 400 END	Caja de seccionamiento	Consultar
PNZ-CDU-400 END	Caja de distribución para urbanizaciones	Consultar

# Instalaciones de Enlace

## Norma Sevillana de Electricidad



### ARMARIOS DE DISTRIBUCIÓN Y DERIVACIÓN URBANA

Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-ADI-400 END	Armario de distribución y derivación urbana	Consultar

### CENTROS DE TRANSFORMACIÓN TIPO INTEMPERIE

Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-CBI-CTI END	Armario de distribución y derivación urbana	Consultar

### INSTALACIONES ELÉCTRICAS EN RECINTOS FERIALES

Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-CGRF- 250 A	Con bases seccionables NH-1 250 A	Consultar
PNZ-CGRF-400 A	Con bases seccionables NH-2 400 A	Consultar

### CUADROS DE DISTRIBUCIÓN EN B. T. PARA CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-CBT-AC END	Cuadro de Acometida	Consultar
PNZ-CBT-AM END	Cuadro de Ampliación	Consultar



# Instalaciones de Enlace

Norma E.R.Z.

## CENTRALIZACIÓN DE CONTADORES CON ENVOLVENTES

### Suministros monofásicos

Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-CM4MD ERZ	Columna tipo módulo para 4 contadores monofásicos	Consultar
PNZ-CM8MD ERZ	Columna tipo módulo para 8 contadores monofásicos	Consultar
PNZ-CM12MD ERZ	Columna tipo módulo para 12 contadores monofásicos	Consultar
PNZ-CM16MD ERZ	Columna tipo módulo para 16 contadores monofásicos	Consultar

### Suministros trifásicos

Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-CM3TD ERZ	Columna tipo módulo para 3 contadores trifásicos	Consultar
PNZ-CM6TD ERZ	Columna tipo módulo para 6 contadores trifásicos	Consultar
PNZ-CM9TD ERZ	Columna tipo módulo para 9 contadores trifásicos	Consultar

### Suministros trifásicos Activa/Reactiva

Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-CM1 TRD ERZ	Columna tipo módulo para 1 contador trifásico activa/reactiva	Consultar
PNZ-CM2 TRD ERZ	Columna tipo módulo para 2 contadores trifásicos activa/reactiva	Consultar
PNZ-CM3 TRD ERZ	Columna tipo módulo para 3 contadores trifásicos activa/reactiva	Consultar
PNZ-CM4 TRD ERZ	Columna tipo módulo para 4 contadores trifásicos activa/reactiva	Consultar

## CENTRALIZACIONES DE CONTADORES CON PANELES

### Suministros monofásicos

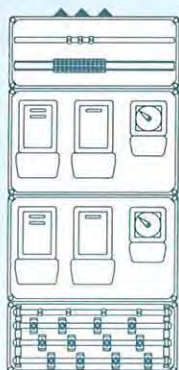
Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-CP4MD ERZ	Columna tipo panel para 4 contadores monofásicos	Consultar
PNZ-CP8MD ERZ	Columna tipo panel para 8 contadores monofásicos	Consultar
PNZ-CP12MD ERZ	Columna tipo panel para 12 contadores monofásicos	Consultar
PNZ-CP16MD ERZ	Columna tipo panel para 16 contadores monofásicos	Consultar

### Suministros trifásicos

Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-CP3TD ERZ	Columna tipo panel para 3 contadores trifásicos	Consultar
PNZ-CP6TD ERZ	Columna tipo panel para 6 contadores trifásicos	Consultar
PNZ-CP9TD ERZ	Columna tipo panel para 9 contadores trifásicos	Consultar

### Suministros trifásicos Activa/Reactiva

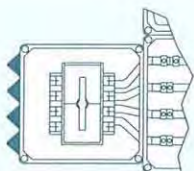
Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-CP1 TRD ERZ	Columna tipo panel para 1 contador trifásico activa/reactiva	Consultar
PNZ-CP2 TRD ERZ	Columna tipo panel para 2 contadores trifásicos activa/reactiva	Consultar
PNZ-CP3 TRD ERZ	Columna tipo panel para 3 contadores trifásicos activa/reactiva	Consultar
PNZ-CP4 TRD ERZ	Columna tipo panel para 4 contadores trifásicos activa/reactiva	Consultar





# Instalaciones de Enlace

Norma E.R.Z.



## Interruptor general de corte en carga

Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-Módulo I-160	Módulo con interruptor de corte en carga de 160 A	173,05
PNZ-Módulo I-250	Módulo con interruptor de corte en carga de 250 A	246,09

## Accesorios para Conexión Puesta a Tierra

Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-CST-50	Para conductor 50 mm <sup>2</sup>	32,90
PNZ-CST-150	Para conductor hasta 150 mm <sup>2</sup>	89,44

## CAJAS DE PROTECCIÓN Y MEDIDA

### Viviendas unifamiliares

Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-CPM1 D2 ERZ	Suministro para contador monofásico + reloj	111,40
PNZ-CPM2 D4 ERZ	Suministro para contador trifásico + reloj	174,03
PNZ-CPM3 2MD 2C 3ML ERZ	Suministro para dos contadores monofásicos + reloj	458,21
PNZ-CPM3 2MD 2C MK ERZ	Suministro para dos contadores monofásicos + reloj	566,19
PNZ-CPM3 2TD 2C 3ML ERZ	Suministro para dos contadores trifásicos + reloj	472,89
PNZ-CPM3 2TD 2C MK ERZ	Suministro para dos contadores trifásicos + reloj	592,94
PNZ-CPM3 2MD 2C 3ML SECC ERZ	Suministro para dos contadores monofásicos con seccionamiento	632,07
PNZ-CPM3 2MD 2C MK SECC ERZ	Suministro para dos contadores monofásicos con seccionamiento	717,74
PNZ-CPM3 2TD 2C 3 ML SECC ERZ	Suministro para dos contadores trifásicos con seccionamiento	682,49
PNZ-CPM3 2TD 2C MK SECC ERZ	Suministro para dos contadores trifásicos con seccionamiento	764,66

### Suministros industriales o comerciales (intemperie)

Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-MT1/E ERZ (Reducido)	Suministro para un contador monofásico + reloj (tamaño reducido)	119,88
PNZ-MT1/E ERZ	Suministro para un contador monofásico + reloj	160,07
PNZ-MT2D/E-3 ERZ	Suministro para dos contadores monofásicos o trifásicos + reloj	183,29
PNZ-T20/30 ERZ	Suministro trifásico activa/reactiva con trafos (medida indirecta)	831,57
PNZ-CPM3 1 TRD 2c 3ML ERZ	Suministro trifásico activa/reactiva hasta 32,9 kw	696,70
PNZ-CPM3 1 TRD 3c 3ML ERZ	Suministro trifásico activa/reactiva hasta 50 kw	943,89

## CONJUNTO DE SECCIONAMIENTO Y PROTECCIÓN

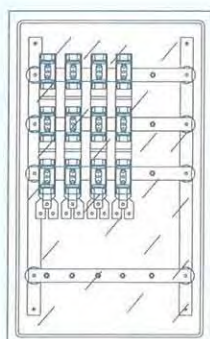
Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-CSP-11EA 250/250/400 ERZ	Doble seccionamiento 400A + Esq. 11/250A (2 salidas)	666,54
PNZ-CSP-11EAI 250/250/400 ERZ	Doble seccionamiento 400A + Esq. 10/250A (2 salidas) + incendio	930,38
PNZ-CSP-11ED 250/250/400 ERZ	Doble seccionamiento 400A + Esq. 11/250A (2 salidas)	799,64
PNZ-CSP-11EDI 250/250/400 ERZ	Doble seccionamiento 400A + Esq. 10/250A (2 salidas) + incendio	1.148,90
PNZ-CSP-10E 250/400 ERZ	Doble seccionamiento 400A + Esq. 10/250A (1 salida)	598,51
PNZ-CSP-10EI 250/400 ERZ	Doble seccionamiento 400A + Esq. 10/250A (1 salida) + incendio	836,66
PNZ-CSP-14E 250/400 ERZ	Doble seccionamiento 400A + Esq. 14/250A (1 salida)	692,72
PNZ-CSP-14EI 250/400 ERZ	Doble seccionamiento 400A + Esq. 14/250A (1 salida) + incendio	1.013,38



# Instalaciones de Enlace

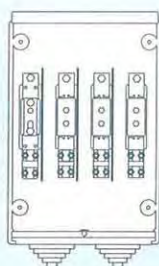
Norma E.R.Z.

## ARMARIO DE SECCIONAMIENTO Y PROTECCIÓN



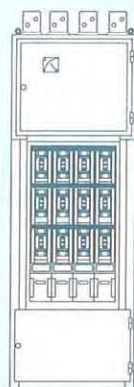
Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-ASP-250/630 ERZ	Entrada + 1 salida 630A + 1 salida 250A	2.194,52
PNZ-ASP-400/630 ERZ	Entrada + 1 salida 630A + 1 salida 400A	2.201,09
PNZ-ASP-250/250/630 ERZ	Entrada + 1 salida 630A + 2 salidas 250A	2.372,61
PNZ-ASP-250/400/630 ERZ	Entrada + 1 salida 630A + 1 salida 250A + 1 salida 400A	2.388,46
PNZ-ASP-250/250/250/630 ERZ	Entrada + 1 salida 630A + 3 salidas 250A	2.926,60
PNZ-ASP-250/250/400/630 ERZ	Entrada + 1 salida 630A + 2 salidas 250A + 1 salida 400A	2.935,30
PNZ-ASP-250/400/400/630 ERZ	Entrada + 1 salida 630A + 1 salida 250A + 2 salidas 400A	2.939,83
PNZ-ASP-250/250/250/250/630 ERZ	Entrada + 1 salida 630A + 4 salidas 250A	3.097,79
PNZ-ASP-250/250/250/400/630 ERZ	Entrada + 1 salida 630A + 3 salidas 250A + 1 salida 400A	3.114,50
PNZ-ASP-250/250/400/400/630 ERZ	Entrada + 1 salida 630A + 2 salidas 250A + 2 salidas 400A	3.132,73
PNZ-ASP-250/400/400/400/630 ERZ	Entrada + 1 salida 630A + 1 salida 250A + 3 salidas 400A	3.144,03

## CAJAS Y ARMARIOS GENERALES DE PROTECCIÓN



Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-CGP-1 100A ERZ	CGP Esquema 1, 100A	162,51
PNZ-CGP-7 100A ERZ	CGP Esquema 7, 100A	173,74
PNZ-CGP-8a 100 A ERZ	CGP Esquema 8, 100A	Consultar
PNZ-CGP-7 160A ERZ	CGP Esquema 7, 160A	241,33
PNZ-CGP-7 250A ERZ	CGP Esquema 7, 250A	279,62
PNZ-CGP-9 160A ERZ	CGP Esquema 9, 160A	241,33
PNZ-CGP-9 250A ERZ	CGP Esquema 9, 250A	279,62
PNZ-CGP-9 400A ERZ	CGP Esquema 9, 400A	226,48
PNZ-AGP-12 250/250/400 ERZ	CGP Esquema 12, 400A	622,68

## CUADROS DE BAJA TENSIÓN PARA CENTROS DE TRANSFORMACIÓN



Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-CBT-AC ERZ	Cuadro de Acometida	Consultar
PNZ-CBT-AM ERZ	Cuadro de Ampliación	Consultar

## ARMARIOS PARA EQUIPOS DE MEDIDA EN ALTA TENSIÓN

Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-77 CC PT	Armario Medida A.T. ( contador activa/reactiva)	Consultar
PNZ-75 CC PT	Armario medida A.T. (contador electrónico)	Consultar

# Instalaciones de Enlace

Norma Enel Viesgo

## CENTRALIZACIONES CON MÓDULOS

### Suministros monofásicos

Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-Módulo 3M ENEL VI	Columna tipo módulo para 3 contadores monofásicos electrónicos	431,12
PNZ-Módulo 4M ENEL VI	Columna tipo módulo para 4 contadores monofásicos electrónicos	470,97
PNZ-Módulo 6M ENEL VI	Columna tipo módulo para 6 contadores monofásicos electrónicos	613,01
PNZ-Módulo 8M ENEL VI	Columna tipo módulo para 8 contadores monofásicos electrónicos	751,87
PNZ-Módulo 12M ENEL VI	Columna tipo módulo para 12 contadores monofásicos electrónicos	928,12
PNZ-Módulo 15M ENEL VI	Columna tipo módulo para 15 contadores monofásicos electrónicos	1.200,72

### Suministros trifásicos

Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-Módulo 2T ENEL VI	Columna tipo módulo para 2 contadores trifásicos electrónicos	478,69
PNZ-Módulo 3T ENEL VI	Columna tipo módulo para 3 contadores trifásicos electrónicos	571,76
PNZ-Módulo 4T ENEL VI	Columna tipo módulo para 4 contadores trifásicos electrónicos	636,83

## CENTRALIZACIONES CON PANELES

### Suministros monofásicos

Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-Panel 3M ENEL VI	Columna tipo panel para 3 contadores monofásicos electrónicos	376,72
PNZ-Panel 4M ENEL VI	Columna tipo panel para 4 contadores monofásicos electrónicos	414,19
PNZ-Panel 6M ENEL VI	Columna tipo panel para 6 contadores monofásicos electrónicos	534,27
PNZ-Panel 8M ENEL VI	Columna tipo panel para 8 contadores monofásicos electrónicos	613,60
PNZ-Panel 12M ENEL VI	Columna tipo panel para 12 contadores monofásicos electrónicos	824,26
PNZ-Panel 15M ENEL VI	Columna tipo panel para 15 contadores monofásicos electrónicos	1.006,91

### Suministros trifásicos

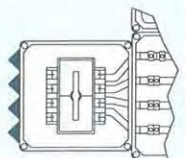
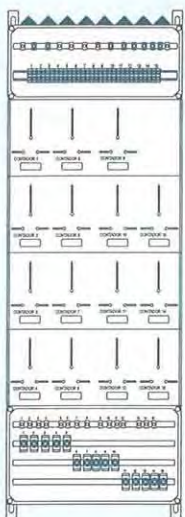
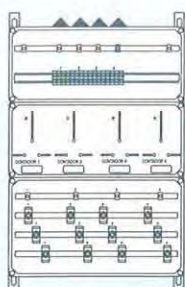
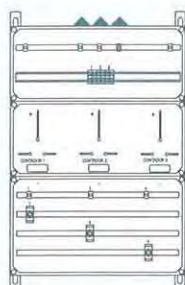
Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-Panel 2T ENEL VI	Columna tipo panel para 2 contadores trifásico electrónicos	424,86
PNZ-Panel 3T ENEL VI	Columna tipo panel para 3 contadores trifásicos electrónicos	509,75
PNZ-Panel 4T ENEL VI	Columna tipo panel para 4 contadores trifásicos electrónicos	579,39

### Interruptor de corte en carga

Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ- Módulo I-160	Módulo con interruptor de corte en carga de 160 A	173,03
PNZ- Módulo I-250	Módulo con interruptor de corte en carga de 250 A	246,09

### Accesorios para Conexión Puesta a Tierra

Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-CST-50	Para conductor 50 mm <sup>2</sup>	32,90
PNZ-CST-150	Para conductor hasta 150 mm <sup>2</sup>	89,44



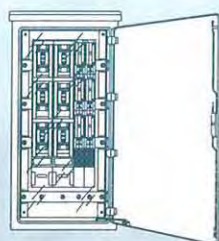
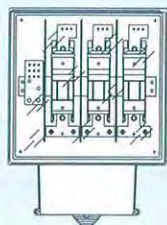
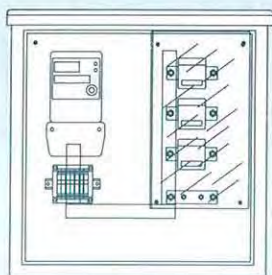
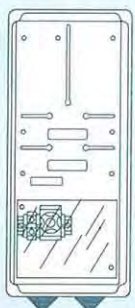
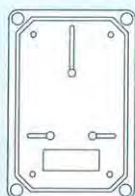


# Instalaciones de Enlace

Norma Enel Viesgo

## EQUIPOS ARMARIOS DE MEDIDA INDIVIDUAL

### Conjunto para intemperie



Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-A/AV.01 - M VI	Suministro Monofásico	130,84
PNZ-A/AV.01 - T VI	Suministro Trifásico	145,88
PNZ-A/AV.03 - 2M VI	Suministro 2 Monofásicos	275,54
PNZ-A/AV.04 VI	Suministro Trifásico Integral c/ fusibles	241,51
PNZ-AV.04 - FM VI	Suministro 4 Monofásico c/fusibles	391,33
PNZ-Módulo 1PT63/120 VI	Suministro 1 Contadores Trifásicos Electrónicos	663,97
PNZ-Módulo 2PT63/120 VI	Suministros 2 Contadores Trifásicos Electrónicos	1.111,66
PNZ-A/AV.06 VI	Suministro Contador Trifásico Electrónico Me. Ind. CIA	651,93
PNZ-A/AV.06 VI c/ regleta	Suministro Contador Trifásico Electrónico Med. Ind.	764,55

## ARMARIOS DE DISTRIBUCIÓN

Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-AV.08 VI (PNZ-2) 250/400 A	Armario Distribución c/bases desconectables 250 ó 400 A	397,25
PNZ-AV.08 VI (PNZ-55) 250/400 A	Armario Distribución c/bases desconectables 250 ó 400 A Nueva Norma	715,49
PNZ-AV.08 VI (PNZ-3) 250/400 A	Armario Distribución c/bases desconectables 250 ó 400 A	428,51
PNZ-AV.08 VI (PNZ-57) 250/400 A	Armario Distribución c/bases desconectables 250 ó 400 A Nueva Norma	800,83
PNZ-AV.08 - F 2M VI (PNZ-3)	Armario Distribución con protección de línea 2 monofásicos	522,05
PNZ-AV.08 - F 2M VI (PNZ-57)	Armario Distribución con protección de línea 2 monofásicos	835,15
PNZ-AV.08 - F 4M VI (PNZ-3)	Armario Distribución con protección de línea 4 monofásicos	567,86
PNZ-AV.08 - F 4M VI (PNZ-57)	Armario Distribución con protección de línea 4 monofásicos	872,46
PNZ-AV.08 - F 9M VI (PNZ-3)	Armario Distribución con protección de línea 9 monofásicos	722,05
PNZ-AV.08 - F 9M VI (PNZ-57)	Armario Distribución con protección de línea 9 monofásicos	953,82

## CAJAS DE GENERALES DE PROTECCIÓN

Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-CGP-1 100 A BUC VI	Hasta 100 A con bases BUC NH 00 (Monofásica)	130,23
PNZ-CGP-8 160 A BUC VI	Hasta 160 A con bases BUC NH 00 (Trifásica)	209,30
PNZ-CGP-7 250 A BUC VI	Hasta 250 A con bases BUC NH 1 (Trifásica)	338,29
PNZ-CGP-14 250 A BUC VI	Hasta 250 A con bases BUC NH 1 (Trifásica)	367,69
PNZ-CGP-14 400 A BUC VI	Hasta 400 A con bases BUC NH 2 (Trifásica)	382,43

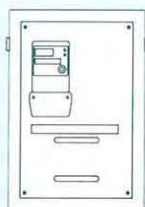
## ARMARIOS DE DISTRIBUCIÓN EN INSTALACIONES TEMPORALES

Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-AV.09 2 SL 250 s/z	Armario de Distribución con 2 salidas 250 A	1.124,21
PNZ-AV.09 3 SL 250 s/z	Armario de Distribución con 3 salidas 250 A	1.320,07
PNZ-AV.09 2 SL 250 + 2 SL 160 s/z	Armario de Distribución con 2 salidas 250 A y 2 salidas 160 A	1.330,32
PNZ-AV.09 1 SL 250 + 4 SL 160 s/z	Armario de Distribución con 1 salida 250 A y 4 salidas 160 A	1.346,78
PNZ-AV.09 1 E 630 + 5 SL 250 s/z	Armario de Distribución con 5 salidas 250 A	2.109,17
PNZ-AV.09 1 E 630 + 4 SL 250 + 2 SL 160 s/z	Armario de Distribución con 4 salidas 250 A y 2 salidas 160 A	2.124,43
PNZ-AV.09 1 E 630 + 2 SL 250 + 6 SL 160 s/z	Armario de Distribución con 2 salidas 250 A y 6 salidas 160 A	2.208,02

# Instalaciones de Enlace

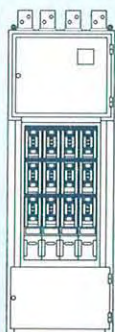
Norma Enel Viesgo

## Armario de medida individual en alta tensión



Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-75 AT VI	Armario con placa + regleta (intemperie)	Consultar

## CUADROS DE DISTRIBUCIÓN DE B.T. PARA CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

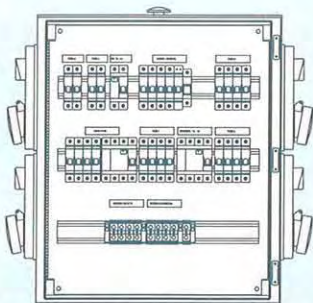


Ref. PINAZO	Descripción	P.V.P.
PNZ-CBT-AC VI	Cuadro de Acometida	Consultar
PNZ-CBT-AM VI	Cuadro de Ampliación	Consultar



# Cuadros Provisionales de Obra

## CUADROS PROVISIONALES DE OBRA SEGÚN ITC-BT-33



### Ref. PINAZO

### P.V.P.

PNZ-A/CO-54/2 x 40 A/4 T.C. 2 x 16	1.602,32
PNZ-A/CO-54/4 x 40 A/2 T.C. 3 x 16 + 2 T.C. 2 x 16 A	2.138,61
PNZ-A/CO-65/4 x 63 A/3 T.C. 3 x 16 + 2 T.C. 2 x 16 A + usos fijos	3.335,34
PNZ-A/CO-86/4 x 125A/3 T.C. 3 x 16 + 2 T.C. 3 x 32 A+ 2 T.C. 2 x 16 A + usos fijos	5.489,78

Cuadros de obra para instalaciones provisionales o temporales, de acuerdo con la instrucción ITC-BT-33. Bajo demanda, se pueden suministrar cuadros de obra, con las dimensiones y el equipamiento necesario en cada caso.

Consulte con nuestro Departamento Comercial.

## 4.- C.T. miniBlock

*Proyecto:*

**ELECTRIFICACION DE UN POLIGONO RESIDENCIAL**

*Promotor:*

**UNIVERSIDAD POLITECNICA  
DE CARTAGENA**

*Ubicación:*

**Barrio de los Dolores**

*Fecha:*

**Sept / 2013**

*C.P. Población (Provincia):*

**30310 Cartagena (Murcia)**

**Antonio Romero Garcia**  
Ingeniero Técnico Industrial  
Especialidad Electricidad







# ORMAZABAL

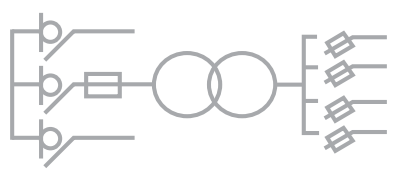
Especialistas en Media Tensión



Centros de Transformación  
Prefabricados IEC 62271-202



Centros de Transformación Prefabricados Compactos  
miniBLOK y miniSUB Hasta 36 kV



Centros de transformación prefabricados	3
Conjunto eléctrico compacto para centros de transformación <b>MB</b>	9
Centros de transformación prefabricados compactos	11
Centros de transformación prefabricados compactos de superficie <b>miniBLOK</b>	11
Centros de transformación prefabricados compactos subterráneo <b>miniSUB</b>	16

La calidad de los productos diseñados, fabricados e instalados por **Ormazabal**, está apoyada en la implantación y certificación de un sistema de gestión de la calidad, basado en la norma internacional ISO 9001:2000.

Nuestro compromiso con el entorno, se reafirma con la implantación y certificación de un sistema de gestión medioambiental de acuerdo a la norma internacional ISO 14001.

Como consecuencia de la constante evolución de las normas y los nuevos diseños, las características de los elementos contenidos en este catálogo están sujetas a cambios sin previo aviso.

Estas características, así como la disponibilidad de los materiales, sólo tienen validez bajo la confirmación de nuestro departamento Técnico-Comercial.

## CENTROS DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADOS



### GENERALIDADES

Un Centro de Transformación Prefabricado es un **producto** desarrollado de acuerdo con las normas **IEC / UNE-EN 62271-202\***, y definido como: conjunto sometido a ensayos de tipo, que comprende una envolvente que incluye uno o varios transformadores, aparataje de Baja y Media Tensión, conexiones y equipos auxiliares para suministrar energía en baja tensión en redes subterráneas a partir de una red de Alta/Media Tensión o viceversa.

Es decir, los Centros de Transformación Prefabricados son productos, construidos de serie, ensayados y suministrados como una unidad.

Los Centros de Transformación se sitúan en emplazamientos accesibles al público y deben asegurar la protección de las personas y bienes según las condiciones de servicio especificadas, prestando una atención particular a la seguridad de las personas, tanto operarios como público en general, incluso en condiciones de falta.



El correcto diseño y las características de funcionamiento de los Centros de Transformación Prefabricados de **Ormazabal** se verifican por medio de los ensayos de tipo descritos en la norma IEC 62271-202. Esta norma otorga la **calificación IAC** a aquellos Centros de Transformación que superan los ensayos de arco interno, certificándose su efectividad para proporcionar protección en caso de defecto interno.

Además, en términos de seguridad y asociado al Centro de Transformación, es fundamental la instalación de un circuito de puesta a tierra que canalice las corrientes en defecto, protegiendo a las personas y los bienes, tal y como establecen las reglamentaciones locales.

Un Centro de Transformación Prefabricado comprende los siguientes componentes principales:



Transformadores de distribución.



Equipos eléctricos de MT y BT.



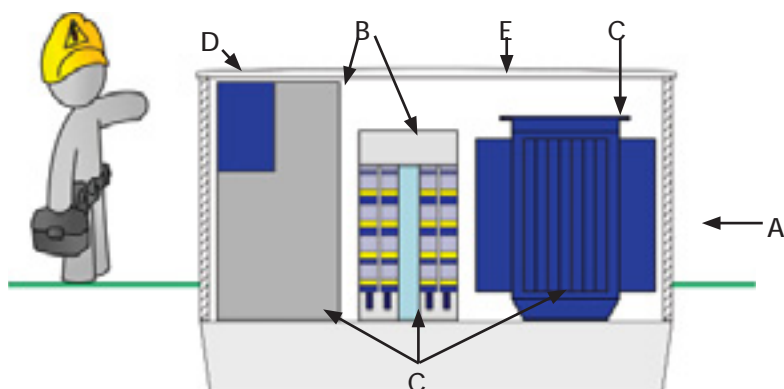
Interconexiones de MT y BT.



Equipos y circuitos auxiliares.



Envolvente.



(\*) Se ha considerado también la norma EN 50532: Conjuntos Eléctricos Compactos (CEADS); en desarrollo en el momento de la edición del presente catálogo.

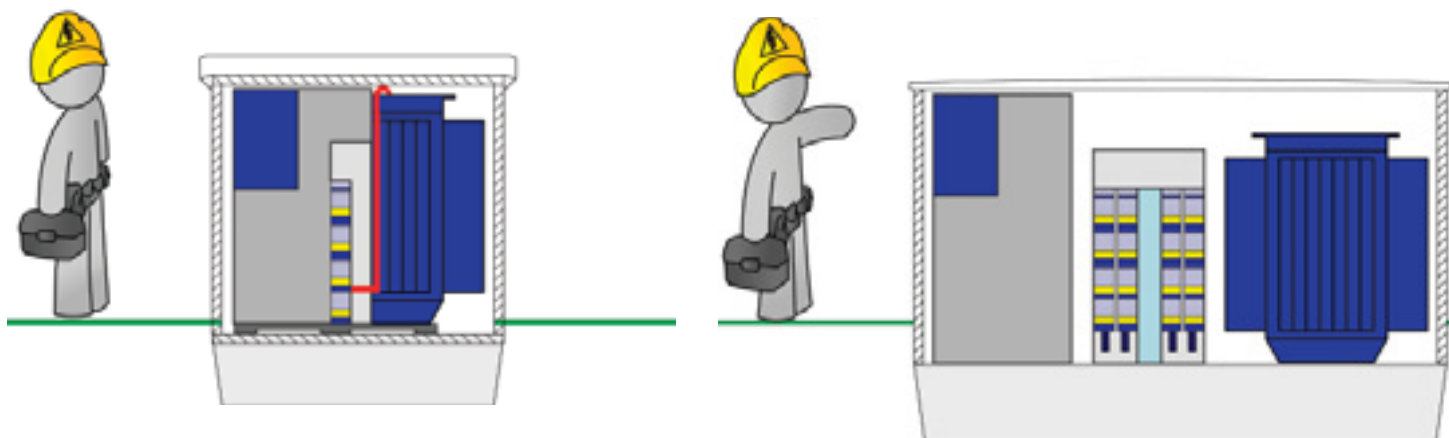




## EQUIPO ELÉCTRICO

Los Centros de Transformación Prefabricados de **Ormazabal** están constituidos por equipos eléctricos de tipo compacto o por componentes:

- Los equipos eléctricos compactos se clasifican de acuerdo con la norma EN 50532\*: "Compact Equipment Assembly for Distribution Substations" en **Conjuntos Eléctricos Compactos** tipo G, tipo A y tipo I. Estos se diferencian por el tipo de conexión, disposición, proximidad y/o medio de aislamiento.
- Los Centros de Transformación Prefabricados constituidos por componentes, son aquellos que se configuran con apartamentada, que cumpliendo de forma individual la normativa internacional vigente, se construyen, se ensayan y se suministran como una unidad.



Además, **Ormazabal** dispone de una extensa gama de producto que sirve para configurar Centros de Transformación, tanto en las envolventes industrializadas (monobloque o modular) como en edificios de otros usos, con la que se puede configurar cualquier esquema de Media Tensión hasta 36 kV.

(\*) En desarrollo en el momento de la edición de este catálogo.

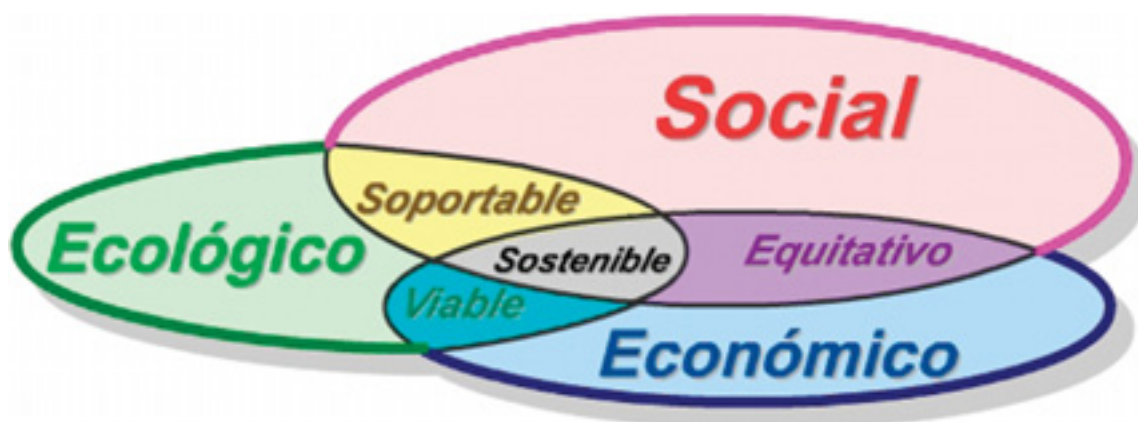




### ORMAZABAL: COMPROMISO CON EL DESARROLLO SOSTENIBLE

**Ormazabal** apuesta por el **desarrollo sostenible** para la mejora de sus soluciones.

**Sostenibilidad**, entendida como el mejor compromiso entre la **satisfacción** de las **demandas sociales**, el **cuidado medioambiental** y la **economía**.



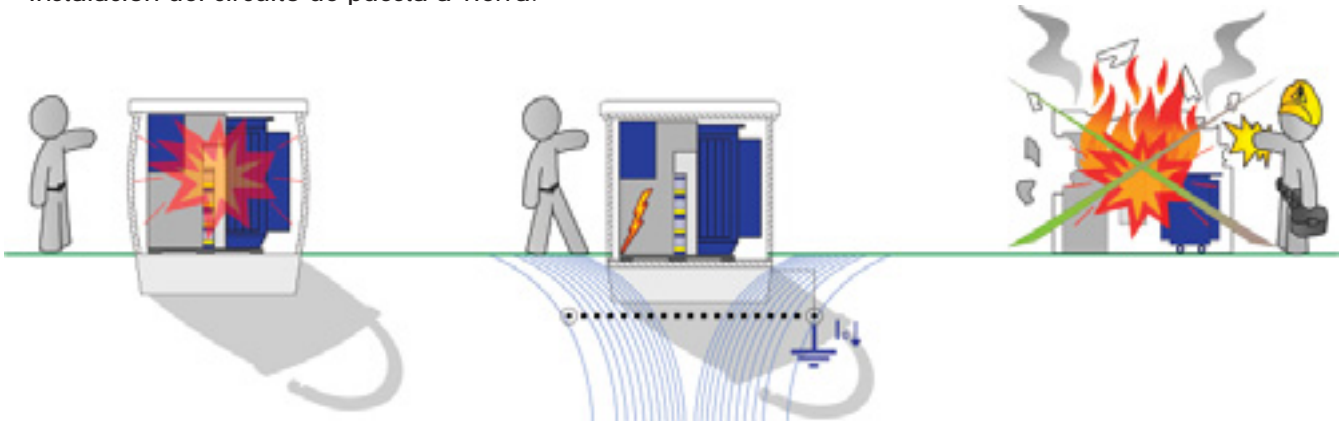
### DEMANDAS SOCIALES

**Ormazabal** diseña sus productos y ofrece sus servicios para favorecer:

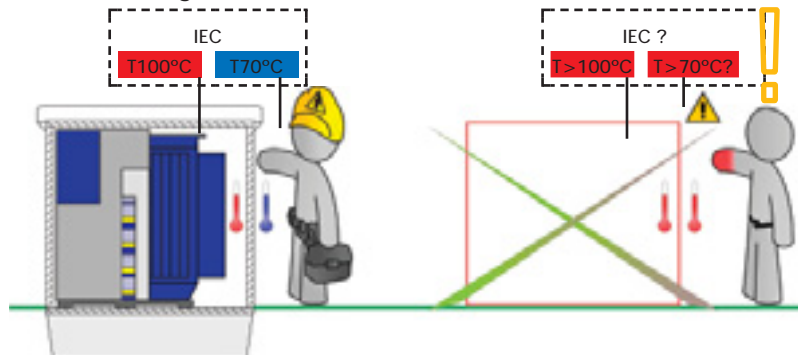
- La **Continuidad de servicio** por medio de :
  - Altas prestaciones eléctricas y mecánicas.
  - Celdas con aislamiento regenerable (gas) tras realizar maniobras en Media Tensión.
  - Sobrecargas admisibles en el transformador sin comprometer la seguridad de terceros, por acceso a partes calientes.
  - Interruptores-seccionadores Telemandados.
- La **Seguridad** por:
  - Baja carga térmica de los dieléctricos: menor volumen que en otras soluciones de mercado.
  - Aislamientos ignífugos.
  - Protección de equipos que limita el riesgo de incendio de sus dieléctricos líquidos.
  - Diseños verificados mediante ensayos de arco interno.
  - Óptima interface con los operadores.
  - Enclavamientos internos.
  - Protección para evitar el acceso a partes calientes.

Los aspectos más destacables son:

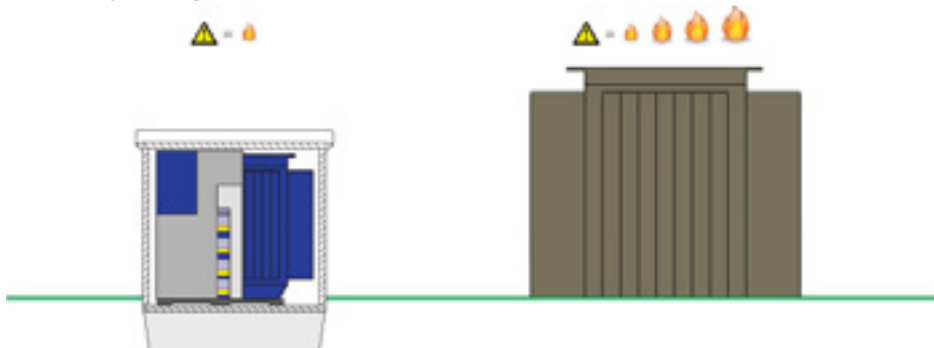
- **Protección de las personas**, tanto de operarios como de terceras personas, incluso en caso de falta.
  - Verificación mediante ensayos de arco interno.
  - Instalación del circuito de puesta a Tierra.



- **Protección física** en los accesos al transformador mediante una envolvente (partes calientes no accesibles, incluso en condiciones de sobrecarga).



- Centros de Transformación de reducidas dimensiones y por lo tanto, mínima cantidad de líquido dieléctrico en los transformadores: **baja carga térmica**.



- **Protección de la armadura eléctrica** frente a impactos externos, polución, inclemencias meteorológicas, radiación solar, vandalismo, etc., al encontrarse en el **interior** de una envolvente de hormigón.





## CUIDADO DEL MEDIO AMBIENTE

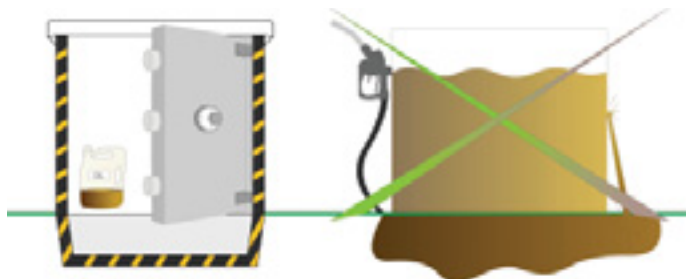
**Ormazabal** desarrolla sus productos concienciado por el cuidado del medio ambiente.

El **impacto medioambiental** se **minimiza** mediante:

- Reducción del volumen del líquido dieléctrico.
- Mínimas dimensiones.
- Cubas de las celdas selladas de por vida. Tasa de fugas despreciable.
- Pérdidas reducidas en el transformador.
- Bajo riesgo de vertidos de los aislantes a la vía pública, sin agresión al entorno.
- Reciclabilidad.
- Uso de herramientas de mejora:
  - Ecodiseño: metodología de diseño donde el medio ambiente es tenido en cuenta en el proceso de desarrollo de productos industriales.
  - Análisis del ciclo de vida completo: fabricación, uso y fin de vida.

Los aspectos más destacables son:

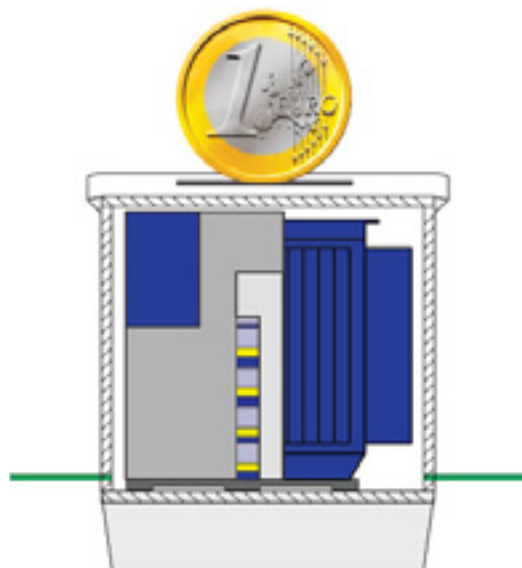
- **Protección** permanente frente a eventuales derrames de dieléctrico líquido debido a la disposición de fosos de recogida de aceite, con revestimiento resistente y estanco.
- **Adaptación al entorno:**
  - Mínimas dimensiones.
  - Variedad de tipos de acabados superficiales exteriores (colores, texturas y relieves).
  - Por consiguiente:
    - Gran capacidad de integración estética y mimetización.
    - Reducido impacto visual.



## ECONOMÍA

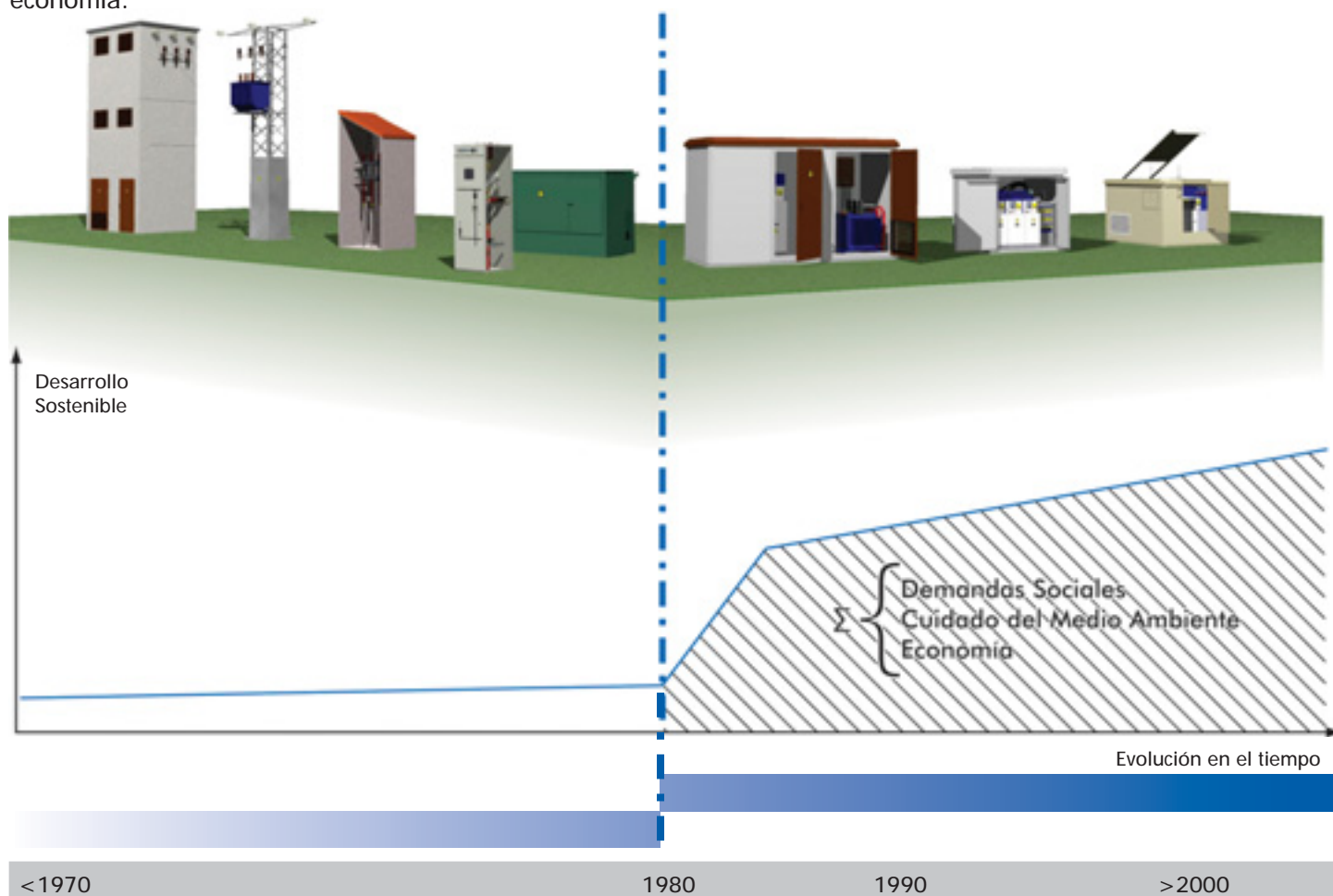
Los productos de **Ormazabal** contribuyen a disminuir el impacto económico por medio de:

- Óptimo uso de materias primas.
- Mínima ocupación de superficie.
- Mayor vida, endurancia y robustez de los equipos.
- Equipos adaptables a la evolución de la red (telemantables).
- Mínima obra civil (foso de recogida de aceite incorporado).
- Alta endurancia mecánica y eléctrica.
- Reducción de pérdidas de energía.
- Durabilidad de los equipos.
- Por consiguiente:
  - Reducido costo del ciclo de vida de los equipos



## DESARROLLO SOSTENIBLE

La evolución del desarrollo sostenible en las últimas décadas se viene produciendo de acuerdo a las demandas sociales, el cuidado del medio ambiente, y la economía:



## CONJUNTO ELÉCTRICO COMPACTO PARA CENTROS DE TRANSFORMACIÓN

MB



## PRESENTACIÓN

El **MB** de **Ormazabal** es un conjunto eléctrico compacto tipo asociado (A), diseñado para ser incorporado tanto en Centros de Transformación Prefabricados como en locales destinados a Centros de Transformación, en redes de distribución pública o privada hasta 36 kV.

Estos conjuntos presentan como ventaja principal su elevada seguridad y protección, tanto de personas como de bienes frente a defectos internos, **clasificación IAC**, además de robustez y fiabilidad.

Debido a su fabricación, montaje, equipamiento y ensayos realizados integralmente en fábrica, **MB** ofrece una calidad uniforme y una considerable reducción de costes y de tiempo de instalación, con lo que se logra disponer rápidamente de un Centros de Transformación en servicio.

**Conjunto Eléctrico Compacto Tipo A (Asociado) según norma EN 50532:**

*Conjunto cuyas unidades funcionales, situadas contiguamente, se **modifican** para conseguir interconexiones directas entre sí, no convencionales, o para reducir el tamaño del conjunto. Sus unidades pueden ser independientes o compartir parte de su envoltorio o bastidor.*

*Las desviaciones del diseño estándar mantienen inalteradas sus características de seguridad, funcionalidad u operación.*

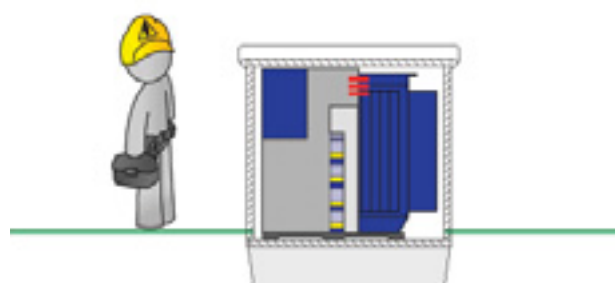
*El presente catálogo se muestra el **MB** tipo A (asociado) debido a que, manteniendo sus características funcionales, representa la evolución del **MB** tipo G (agrupado) al disponer de conexiones directas de mayor fiabilidad que las de tipo convencional del agrupado.*



MB-24



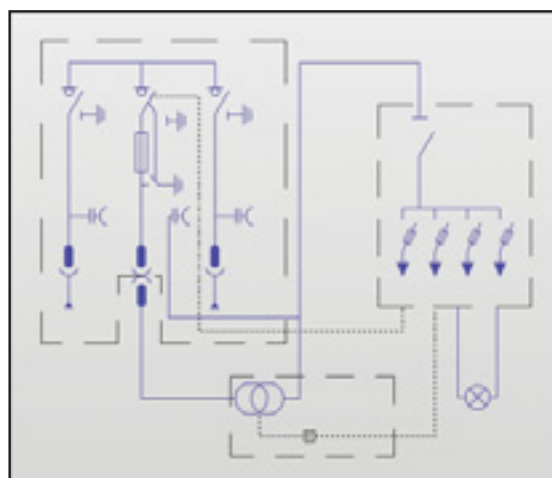
MB-36



## NORMAS APLICADAS

- EN 50532\*: Conjuntos Eléctricos compactos (CEADS)
- IEC / UNE-EN 62271-1: Estipulaciones comunes para las normas de aparataje de alta tensión.
- Bajo demanda:
  - Normas particulares de Compañía Eléctrica.

(\*) En desarrollo en el momento de la edición de este catálogo







## COMPOSICIÓN

El **MB** presenta la siguiente configuración máxima:

- Aparamenta de Media Tensión con aislamiento integral en gas: **CGMCOSMOS-2LP** hasta 24 kV o **CGM.3-2LP** hasta 36 kV. Esquema eléctrico (RMU) de 2 posiciones de línea, entrada y salida, y una posición de protección con interruptor combinado con fusibles.
- Unidades de protección, control y medida (telemando, telemedida, control integrado, telegestión, etc.) de **Ormazabal**.
- Transformador de Distribución de Media Tensión de 250, 400 ó 630 kVA.
- Aparamenta de BT: Cuadro de Baja Tensión de 4 salidas, con unidad de control y protección, así como acometida auxiliar de socorro.
- Interconexiones directas de MT y BT.
- Bastidor autoportante con dispositivo de izado y posibilidad de instalación de ruedas orientables.
- Conexión de circuito de puesta a tierra.
- Alumbrado y servicios auxiliares.

Nota: Para otras configuraciones y/o valores consultar a nuestro Departamento Técnico-Comercial.



### CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

	MB 24	MB 36
Tensión asignada [kV]	24	36
Frecuencia [Hz]	50	50
Arco Interno (clase IAC)*	16 kA / 0,5 s	16 kA / 0,5 s
<b>Transformador</b>		
Potencia [kVA]	250/400/630	250/400/630
<b>Aparamenta MT</b>		
Intensidad asignada [A]		
En Barras	400/630	400/630
En Derivación	400/630 (L) 200 (P)	400/630 (L) 200 (P)
Intensidad de corta duración [kA]	16 / 20	16 / 20
Nivel de aislamiento		
Frecuencia Industrial [kV]	50 / 60	70 / 80
Impulso tipo rayo [kV] <sup>CRESTA</sup>	125 / 145	170 / 195
<b>Cuadro Baja Tensión</b>		
Tensión asignada [V]	440	440
Intensidad asignada [A]	1000	1000
Intensidad asignada[A]/ n°salidas	400 / 4	400 / 4

(\*) Consultar a nuestro departamento Técnico-Comercial las diferentes disposiciones según proyecto tipo.

Opcionalmente: Dispositivos antivibración y Plataforma aislante.



### CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

	MB 24			MB 36		
<b>Potencia [KVA]</b>	250	400	630	250	400	630
Ancho [mm]	1890	1890	1890	1890	1890	1890
Fondo [mm]	1673	1673	1673	1824	1824	1824
Alto <sup>#</sup> [mm]	1532	1532	1532	1529	1529	1529
Peso [kg]	1600	1950	2400	1800	2100	2550

(\*) Con ruedas orientables

Nota: Para otras configuraciones y/o valores consultar a nuestro departamento Técnico-Comercial.





## CENTROS DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADOS COMPACTOS

CENTRO DE TRANSFORMACIÓN PREFABRICADO COMPACTO DE SUPERFICIE

**miniBLOK**



### PRESENTACIÓN

El **miniBLOK** de **Ormazabal** es un **Centro de Transformación Prefabricado Compacto**, tipo kiosco, de instalación en **superficie** y maniobra exterior de reducidas dimensiones, construido de serie, ensayado y suministrado de fábrica como una unidad.

Se caracteriza por incorporar un conjunto eléctrico compacto tipo asociado (A) de Media Tensión **MB** de **Ormazabal**, para su utilización tanto en redes de distribución pública como privada hasta 36 kV.

Su cuidado diseño exterior y las reducidas dimensiones minimizan su impacto visual, siendo indicado su uso cuando el espacio disponible es limitado tanto en zonas industriales como en zonas residenciales.

Estos Centros de Transformación ofrecen como ventaja principal su elevada seguridad y protección, tanto de personas como de bienes frente a defectos internos, **clasificación IAC**, además de robustez y fiabilidad.

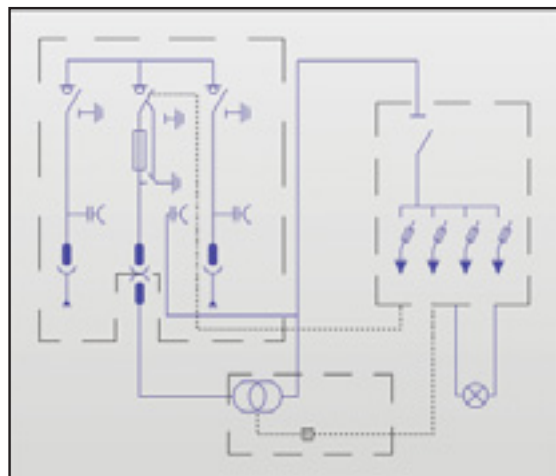
Debido a su fabricación, montaje, equipamiento interior y ensayos realizados íntegramente en fábrica, el **miniBLOK** ofrece una calidad uniforme y una considerable reducción de costes y de tiempo de instalación, con lo que se logra disponer rápidamente de un Centro de Transformación en servicio.



### NORMAS APLICADAS

- IEC / UNE-EN 62271-202: Aparata de Alta Tensión: Centros de Transformación prefabricados.
- EN 50532\*: Conjuntos Eléctricos compactos (CEADS)
- Bajo demanda:
  - Normas particulares de Compañía Eléctrica.
  - Reglamentaciones locales vigentes.

(\*) En desarrollo en el momento de la edición del presente catálogo





## COMPOSICIÓN

Los **Centros de Transformación Prefabricados Compactos miniBLOK** presentan la siguiente configuración máxima:

- Conjunto eléctrico compacto asociado, **MB**:
  - Aparata de Media Tensión con aislamiento integral en gas: **CGM COSMOS-2LP** hasta 24 kV o **CGM.3-2LP** hasta 36 kV. Esquema eléctrico (RMU) de 2 posiciones de línea, entrada y salida, y una posición de protección con interruptor combinado con fusibles.
  - Unidades de protección, control y medida (telemando, telemedida, control integrado, telegestión, etc.) de Ormazabal.
  - Transformador de Distribución de Media Tensión de 250, 400 ó 630 kVA
  - Aparata de BT: cuadro de Baja Tensión con unidad de control y protección, así como acometida auxiliar de socorro.
  - Interconexiones directas de MT y BT.
  - Bastidor autoportante.
  - Conexión de circuito de puesta a tierra.
  - Alumbrado y servicios auxiliares.
- Envolvente monobloque de hormigón armado más cubierta amovible.
- Opcional: Plataforma aislante de maniobra.



Nota: Para otras configuraciones y/o valores consultar a nuestro Departamento Técnico-Comercial.



## CARACTERÍSTICAS

El **miniBLOK** se caracteriza por disponer de:

- Conjunto eléctrico compacto asociado, **MB**:
  - Modelos de 24 y 36 kV.
  - Montaje íntegro en fábrica.
  - Ensayos realizados al MB como equipo individual y como conjunto en el miniBLOK.
  - Reducido tamaño y versatilidad.
  - Idoneidad para su aplicación en esquemas de distribución pública hasta 36 kV.
  - Sustitución del equipo de forma rápida y sencilla.
- Envolvente prefabricada de hormigón:
  - Reducidas dimensiones: idóneo para espacios limitados.
  - Baja altura: escaso impacto visual.
  - Cuerpo de construcción monobloque con cubierta amovible.
  - Foso interior de recogida de dieléctrico líquido, con revestimiento resistente y estanco, como medio de protección contra la contaminación del suelo.
  - Elementos de protección cortafuegos: lecho de guijarros sobre el foso de recogida de dieléctrico.
- Ventilación:
  - Por circulación natural de aire, clase 10, a través de dos rejillas de entrada instaladas en las paredes de la envolvente y una salida perimetral superior.
  - Herramientas de mejora utilizadas:
- Ensayos y modelización de ventilación natural con transformadores **Ormazabal**, para la optimización de la vida útil de los mismos.
- Bajo demanda: Estudios personalizados en función de los datos aportados por el cliente.
- Accesos de peatón:
  - Puerta de dos hojas con fijación a 90° y 180° para la realización de maniobras y operaciones de mantenimiento.
- Entrada/salida de cables de MT y BT:
  - A través de orificios semiperforados en la base del edificio.
  - Entrada auxiliar de acometida de Baja Tensión, situada en lateral de la envolvente. Permite la entrada de cables provenientes de un grupo electrógeno, para alimentar a través del cuadro de baja tensión a clientes en situaciones de incidencia.

## CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS

	miniBLOK 24	miniBLOK 36
Tensión asignada [kV]	24	36
Frecuencia [Hz]	50	50
Arco Interno (clase IAC)	16 kA / 0,5 s	16 kA / 0,5 s
<b>Transformador</b>		
Potencia [kVA]	250 / 400 / 630	250 / 400 / 630
<b>Aparataje MT</b>		
Intensidad asignada [A]		
En Barras	400/630	400/630
En Derivación	400/630(L) 200(P)	400/630(L) 200(P)
Intensidad de corta duración [kA]	16 / 20	16 / 20
Nivel de aislamiento		
Frecuencia Industrial [kV]	50 / 60	70 / 80
Impulso tipo rayo [kV]CRESTA	125 / 145	170 / 195
<b>Cuadro Baja Tensión</b>		
Tensión asignada [V]	440	440
Intensidad asignada [A]	1000	1000
Intensidad asignada[A]/ nºsalidas	400 / 4	400 / 4

## CARACTERÍSTICAS FÍSICAS

	miniBLOK 24	miniBLOK 36
Ancho [mm]	2100	2100
Fondo [mm]	2100	2100
Alto [mm]	2240	2240
Alto visto [mm]	1600	1600
Peso máximo* [kg]	7400	7550

(\*) con transformador de 630 kVA y sin telemando

Nota: Para otras configuraciones y/o valores consultar a nuestro Departamento Técnico-Comercial.



## INSTALACIÓN

El **miniBLOK** se suministra totalmente montado desde fábrica, con lo que el proceso de instalación se reduce únicamente a la colocación del edificio en la excavación, y a la posterior conexión de los cables de MT y BT.

La facilidad de instalación, sus reducidas dimensiones y peso, así como su carácter recuperable, facilitan su utilización tanto en aplicaciones permanentes como en usos temporales.

Nota: Para la realización de la excavación solicitar la documentación técnica necesaria a nuestro Departamento Técnico-Comercial. Es obligatoria la realización, por parte del instalador, del proyecto que contemple el estudio del sistema de puesta a tierra.





## INTEGRACIÓN EN EL ENTORNO

El **miniBLOK** ofrece una amplia variedad de acabados superficiales exteriores (colores, texturas y relieves), que les confiere una gran capacidad de armonización estética al entorno, integración y mimetización.

Con esto se consigue una mayor adaptación al conjunto de necesidades de la instalación, a la vez que se minimiza el impacto visual.

### COLORES

- Envoltente.
- Puertas y rejillas de ventilación.
- Cubierta.

### TEXTURAS

Sobre la envoltente:

- Acabado rugoso: Relieve árido.
- Acabado lágrima: Monocapa rasgado.
- Piedra vista.

### ESQUINAS EN RELIEVE

Imitación a:

- Ladrillo rústico.
- Piedra arenisca.
- Piedra color pizarra.
- Madera.

Nota: Información ampliada en su catálogo correspondiente.

	RAL 1015
	RAL 7002
	RAL 6003
	RAL 8022
	RAL 3022
	RAL 8017
	RAL 9002
	RAL 1001
	RAL 1006
	RAL 8023







### VENTAJAS

- Montaje y equipamiento íntegro en fábrica (envolvente, aparamenta, transformador y tierras interiores).
- Producto testado y ensayado como unidad.
- **Elevada seguridad para las personas**
  - Frente arcos internos, contactos directos accidentales, tensiones de paso y tensión de contacto.
  - Superficie de trabajo equipotencial.
  - Sin acceso a partes calientes. Integración con el entorno.
- Reducido impacto ambiental, visual y acústico.
- Excelentes características de resistencia a la polución y a otros factores ambientales.
- Facilidad de transporte dadas sus dimensiones y peso reducido.
- Instalación sencilla, limitada a la introducción del edificio en la excavación y a la conexión de los cables de MT y BT.
- Cambios rápidos del equipo eléctrico.



### APLICACIONES

Los Centros de Transformación **miniBLOK** son

- Seguros
- Respetuosos con el Medio Ambiente
- Sostenibles
- Ergonómicos

El **miniBLOK** se utiliza en las siguientes aplicaciones:

- **Generación:**
  - Instalaciones Fotovoltaicas
- **Distribución:**
  - Distribución pública y privada
  - Entornos urbanos.
  - Entornos industriales.
  - Zonas con espacio restringido o reducido.
  - Instalaciones con telemando incorporado, telemedida y/o telegestión.
  - etc.





## PRESENTACIÓN

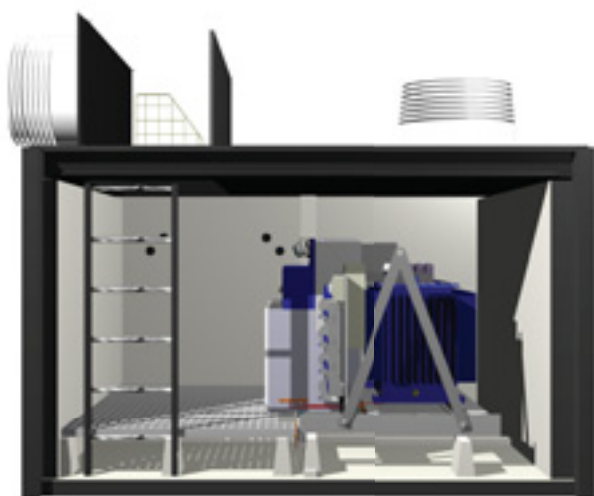
El **miniSUB** de **Ormazabal** es un **Centro de Transformación Prefabricado Compacto** de instalación **subterránea** de reducidas dimensiones, construido de serie, ensayado y suministrado de fábrica como una unidad.

Se caracteriza por incorporar un conjunto eléctrico compacto tipo asociado (A) de Media Tensión **MB** de **Ormazabal**, para su utilización tanto en redes de distribución pública como privada hasta 36 kV.

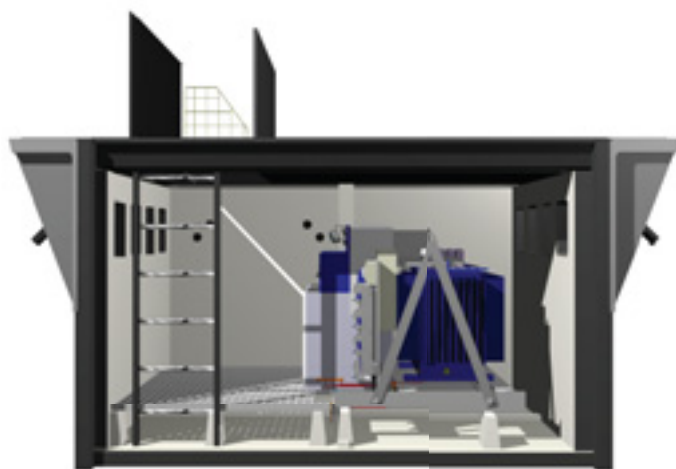
El cuidado diseño exterior y sus reducidas dimensiones minimizan su impacto visual, siendo indicado su uso cuando el espacio disponible es limitado, tanto en zonas industriales como en zonas residenciales.

Estos Centros de Transformación ofrecen como ventaja principal su elevada seguridad y protección, tanto de personas como de bienes frente a defectos internos, **clasificación IAC**, además de robustez y fiabilidad.

Debido a su fabricación, montaje, equipamiento interior y ensayos realizados integralmente en fábrica, el **miniSUB** ofrece una calidad uniforme y una considerable reducción de costes y de tiempo de instalación, con lo que se logra disponer rápidamente de un Centro de Transformación en servicio.



miniSUB-V



miniSUB-H





### COMPOSICIÓN

Los **Centros de Transformación Prefabricados Compactos miniSUB** presentan la siguiente configuración máxima:

- Conjunto eléctrico compacto asociado, **MB**:
  - Aparamenta de Media Tensión con aislamiento integral en gas: CGMCOSMOS-2LP hasta 24 kV o CGM.3-2LP hasta 36 kV. Esquema eléctrico (RMU) de 2 posiciones de línea, entrada y salida, y una posición de protección con interruptor combinado con fusibles.
  - Unidades de protección, control y medida (telemando, teled medida, control integrado, telegestión, etc.). de Ormazabal.
  - Transformador de Distribución de Media Tensión de 250, 400 ó 630 kVA.
  - Aparamenta de BT: cuadro de Baja Tensión con unidad de control y protección, así como acometida auxiliar de socorro.
  - Interconexiones directas de MT y BT.
  - Bastidor autoportante.
  - Conexión de circuito de puesta a tierra.
  - Alumbrado y servicios auxiliares.
- Envolverte monobloque de hormigón armado más cubierta amovible.

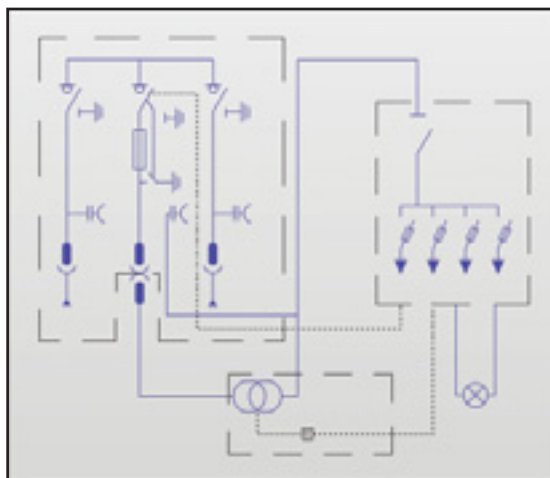
Nota: Para otras configuraciones y/o valores consultar a nuestro Departamento Técnico-Comercial.



### NORMAS APLICADAS

- IEC / UNE-EN 62271-202: Aparamenta de Alta Tensión: Centros de Transformación prefabricados.
- EN 50532\*: Conjuntos Eléctricos compactos (CEADS)
- Bajo demanda:
  - Normas particulares de Compañía Eléctrica.
  - Reglamentaciones locales vigentes.

(\*) En desarrollo en el momento de la edición de este catálogo.

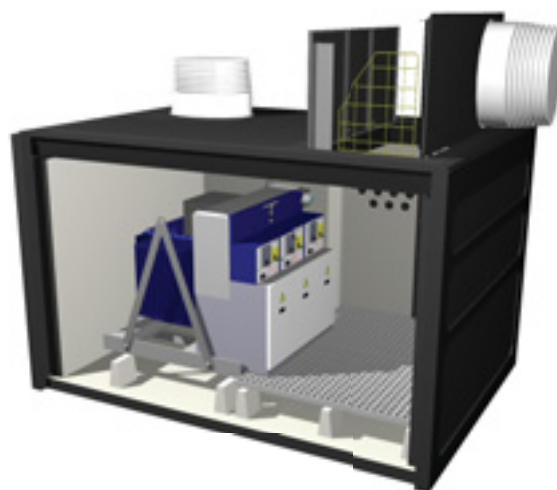




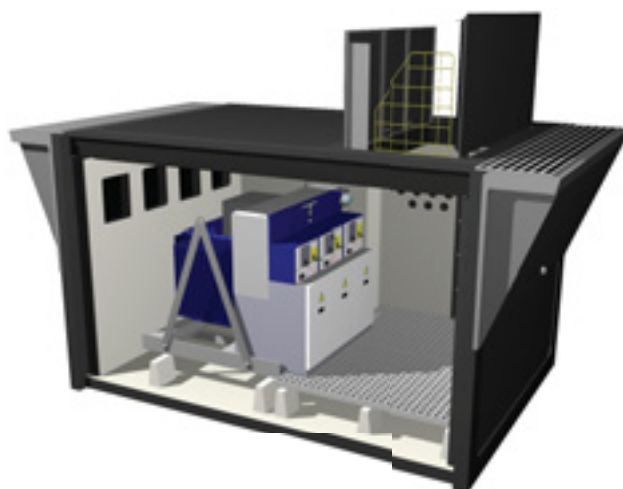
## CARACTERÍSTICAS

El **miniSUB** se caracteriza por disponer de:

- Conjunto eléctrico compacto asociado, **MB**:
  - Modelos de 24 y 36 kV.
  - Montaje íntegro en fábrica.
  - Ensayos realizados al MB como equipo individual y como conjunto en el **miniSUB**.
  - Reducido tamaño y versatilidad.
  - Idoneidad para su aplicación en esquemas de distribución pública hasta 36 kV.
  - Sustitución del equipo de forma rápida y sencilla.
- Envolvente prefabricada de hormigón:
  - Reducidas dimensiones: idóneo para espacios limitados.
  - Carácter subterráneo: mínimo impacto visual.
  - Cuerpo de construcción monobloque más cubierta amovible.
  - Foso interior de recogida de dieléctrico líquido, con revestimiento resistente y estanco, como medio de protección contra contaminación del suelo.
  - Elementos de protección cortafuegos: lecho de guijarros sobre el foso de recogida de dieléctrico.
- Ventilación
  - Por circulación natural de aire, clase 10: horizontal (**miniSUB-H**) constituida por rejillas ubicadas en el plano horizontal (cota 0) o vertical (**miniSUB-V**) por medio de torretas situadas en el plano vertical.
  - Herramientas de mejora:
- Ensayos y modelización de ventilación natural con transformadores **Ormazabal**, para la optimización de la vida útil de los mismos.
- Bajo demanda: estudios personalizados en función de los datos aportados por el cliente.
- Accesos de peatón:
  - Mediante tapa de piso antideslizante situada en la cubierta. Fácilmente abatible, despliega en su apertura una defensa perimetral de seguridad.
- Entrada/salida de cables de MT y BT:
  - A través de 12 orificios semiperforados en los laterales del edificio.
  - Los orificios se protegen con pasacables estancos, patentados por Ormazabal.



**miniSUB** con sistema de ventilación vertical



**miniSUB** con sistema de ventilación horizontal

CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS		
	miniSUB 24	miniSUB 36
Tensión asignada [kV]	24	36
Frecuencia [Hz]	50	50
Arco Interno (clase IAC)	16 kA / 0,5 s	16 kA / 0,5 s
<b>Transformador</b>		
Potencia [kVA]	250 / 400 / 630	250 / 400 / 630
<b>Aparamenta MT</b>		
Intensidad asignada [A]		
En Barras	400/630	400/630
En Derivación	400/630(L) 200(P)	400/630(L) 200(P)
Intensidad de corta duración [kA]	16 / 20	16 / 20
Nivel de aislamiento		
Frecuencia Industrial [kV]	50 / 60	70 / 80
Impulso tipo rayo [kV] <sup>CRESTA</sup>	125 / 145	170 / 195
<b>Cuadro Baja Tensión</b>		
Tensión asignada [V]	440	440
Intesidad asingada [A]	1000	1000
Intesidad asingada[A]/ n°salidas	400 / 4	400 / 4

CARACTERÍSTICAS FÍSICAS				
	miniSUB 24	miniSUB 36	miniSUB 24	miniSUB 36
<b>Ventilación</b>	H		V	
Ancho [mm]	4550		3460	
Fondo [mm]	2460		2460	
Alto [mm]	Cuerpo		- 2350	
	Ventilación		+ 485	
Peso máximo* [kg]	16700	16850	15200	15350

(\*) con transformador de 630 kVA y sin telemando  
Nota: Para otras configuraciones y/o valores consultar a nuestro Departamento Técnico-Comercial.



INSTALACIÓN

El **miniSUB** se suministra totalmente montado de fábrica, con lo que el proceso de instalación se reduce únicamente a la colocación del edificio en la excavación, y a la posterior conexión de los cables de MT y BT.

La facilidad de instalación, sus reducidas dimensiones y peso, así como su carácter recuperable, facilitan su utilización tanto en aplicaciones permanentes como en usos temporales.



Nota: Para la realización de la excavación solicitar la documentación técnica necesaria a nuestro Departamento Técnico-Comercial.  
Es obligatoria la realización, por parte del instalador, del proyecto que contemple el estudio del sistema de puesta a tierra.



## VENTAJAS

- Montaje y equipamiento íntegro en fábrica (envolvente, apartamentada, transformador y tierras interiores).
- Producto testado y ensayado como unidad.
- **Elevada seguridad para las personas**
  - Frente arcos internos, contactos directos accidentales, tensiones de paso y tensión de contacto.
  - Superficie de trabajo equipotencial.
  - Sin acceso a partes calientes.
- Reducido impacto ambiental, visual y acústico.
  - Contención de posibles derrames de dieléctrico.
  - Protección contra fuegos.
- Excelentes características de resistencia a la polución y a otros factores ambientales.
- Impermeabilidad y estanqueidad.
- Facilidad de transporte dadas sus dimensiones y peso reducido.
- Instalación sencilla, limitada a la introducción del edificio en la excavación y a la conexión de los cables de MT y BT.
- Cambios rápidos del equipo eléctrico.



## APLICACIONES

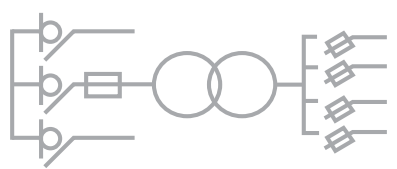
Los Centros de Transformación **miniSUB** son

- Seguros
- Respetuosos con el Medio Ambiente
- Sostenibles
- Ergonómicos

y sus principales aplicaciones se dan en:

- **Distribución:**
  - Distribución pública y privada
  - Entornos urbanos y residenciales.
  - Entornos históricos.
  - Grandes infraestructuras: aeropuertos, puertos, etc.
  - Zonas con espacios reducidos o restringidos (acceso a garajes, etc).
  - Instalaciones con telemando incorporado, teledirigida y/o telegestión.
  - etc.







# ORMAZABAL

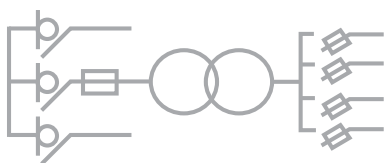
## Especialistas en Media Tensión

DEPARTAMENTO TÉCNICO-COMERCIAL

Tel.: +34 91 695 92 00

Fax: +34 91 681 64 15

[www.ormazabal.es](http://www.ormazabal.es)



Centros de Transformación hasta 36 kV

### Centros de Transformación Prefabricados

- Aplicaciones en Media Tensión para Energías Renovables

Aparamenta de Media Tensión Distribución Secundaria

- Sistema CGMCOSMOS
- Sistema CGM.3

Aparamenta de Media Tensión Distribución Primaria

- Sistema CPG
- Sistema CPA

Automatización, Protección, Telegestión y Comunicación

Transformadores de Distribución

Aparamenta de Baja Tensión



## 5.- C.T. PFU 5/20

*Proyecto:*

**ELECTRIFICACION DE UN POLIGONO RESIDENCIAL**

*Promotor:*

**UNIVERSIDAD POLITECNICA  
DE CARTAGENA**

*Ubicación:*

**Barrio de los Dolores**

*Fecha:*

**Sept / 2013**

*C.P. Población (Provincia):*

**30310 Cartagena (Murcia)**

**Antonio Romero Garcia**  
Ingeniero Técnico Industrial  
Especialidad Electricidad





# ORMAZABAL

Especialistas en Media Tensión

**Centros de Transformación**

**PFU y PF**

**Edificios Tipo Caseta para Centros de Transformación**

Hasta 36 kV



## PFU edificio monobloque tipo caseta para centros de transformación

### PRESENTACIÓN

El edificio **PFU** es una envolvente industrializada monobloque de hormigón tipo caseta para **Centros de Transformación** de **Ormazabal** de instalación en superficie y maniobra interior de hasta 36 kV.

### COMPOSICIÓN

Los **Centros de Transformación** de **Ormazabal** en edificio **PFU** se componen de:

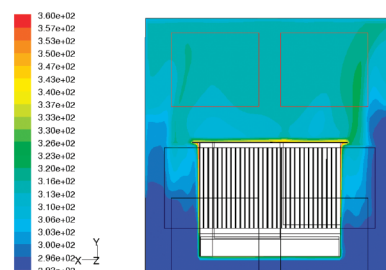
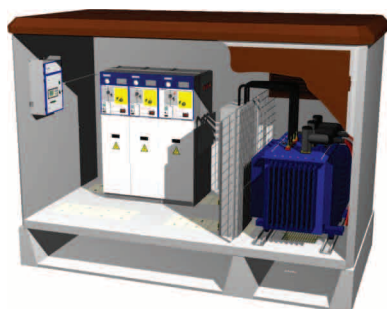
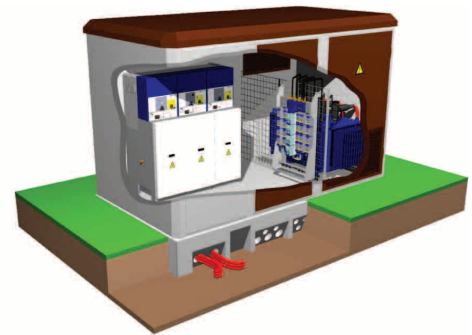
- Aparamenta de MT con aislamiento integral en gas: Sistema CGMCOSMOS (hasta 24 kV) y sistema CGM.3 (36 kV).
- Unidades de protección, control y medida (telemando, teledirigida, control integrado, telegestión, etc.) de Ormazabal.
- Hasta 2 Transformadores de distribución de MT/BT de llenado integral en dieléctrico líquido de hasta 36 kV y 1000 kVA<sup>(1)</sup> de potencia unitaria.
- Aparamenta de BT: Cuadro/s de Baja Tensión de hasta 8 salidas por cuadro.
- Interconexiones directas por cable MT y BT.
- Circuito de puesta a tierra.
- Circuito de alumbrado y servicios auxiliares.
- Edificio monobloque de hormigón **PFU**.



(1) Para otros valores consultar a nuestro Departamento Técnico-Comercial.

### CARACTERÍSTICAS

- **Edificio industrializado para Centro de Transformación:**
  - Capacidad para incorporar diferentes esquemas de distribución de MT.
  - Compuesto de envolvente monobloque (base y paredes) más cubierta amovible.
  - Variedad de acabados superficiales externos.
- **Hasta 2 Transformadores:**
  - Edificio ensayado para transformadores de hasta 36 kV y 1000 kVA.
  - Puerta frontal individual para cada transformador.
  - Delimitación del transformador mediante defensa de seguridad.
  - Fosos de recogida de dieléctrico líquido, con revestimiento resistente y estanco, diseñados y dimensionados teniendo en cuenta el volumen de dieléctrico líquido que puedan recibir.
  - Elementos de protección cortafuegos adicionales: lecho de guijarros sobre el foso de recogida de dieléctrico.
- **Ventilación:**
  - Por circulación natural de aire, clase 10, conseguida mediante rejillas instaladas en las paredes de la envolvente y en la puerta del transformador.
  - Ensayos y modelización de ventilación natural con transformadores Ormazabal, para la optimización de la vida útil de los mismos.
  - Bajo demanda: Estudios personalizados en función de los datos aportados por el cliente.
- **Accesos de peatón:**
  - Puerta/s frontal/es para la realización de maniobras y operaciones de mantenimiento.
  - Posibilidad de añadir una separación física entre las celdas de la Compañía Eléctrica y las del Cliente.
- **Entrada/salida de cables de MT y BT**
  - A través de orificios semiperforados en la base del edificio (frontal / lateral).
  - Entrada Auxiliar de acometida de Baja Tensión, situada en la pared frontal del edificio.



Simulación y modelización de ventilaciones

## Modelos PFU

## DIMENSIONES EXTERIORES Y PESOS

PFU Hasta 24/36 kV					
		PFU-3	PFU-4	PFU-5	PFU-7
Longitud	[mm]	3280	4460	6080	8080
Anchura	[mm]	2380	2380	2380	2380
Altura	[mm]	3045	3045	3045	3250
Altura vista	[mm]	2585	2585	2585	2790
Peso*	[kg]	10545	13465	17460	29090

Opcional: Cubierta sobreelevada para 36 kV, no aplicable a PFU-7  
(Altura estándar +195 mm)  
Dimensiones puerta de acceso peatonal: 900 (24 kV) / 1100 (36 kV) x 2100 mm  
Dimensiones puerta de transformadores: 1260 x 2100 mm  
(\*) Peso del edificio vacío con cubierta estándar y ventilación para 1000 kVA

## CONFIGURACIONES ELÉCTRICAS

## CONFIGURACIONES ELÉCTRICAS TIPO

PFU-3	2L + 1P + 1 Transformador + 1CBT
PFU-4	3L + 1V + 1 Transformador + 1CBT
PFU-5	2L + 1S + 1P + 1M + 1 Transf. + 1CBT
	2L + 2P + 2 Transformadores + 2CBT
	3L + 2P + 2 Transformadores + 2CBT
	3L + 1R + 1P + 1M + 1 Transformador + 1CBT
PFU-7	1L + 1V + 1M + 2P + 2 Transf. + 2CBT
	5L + 2P + 2 Transf. + 2 CBT
	3L + 1R + 1V + 1M + 2P + 2 Transf. + 2 CBT
	3L + 1R + 1V + 1M + 2P + 1 Transf. + 1CBT

Los PFU admiten telecontrol y telegestión de Ormazabal. Consultar a nuestro departamento Técnico-Comercial.

Donde: L = Celda / Función de Línea

P = Celda / Función de Protección con Fusibles

V = Celda / Función de Prot. con Int. Autom. de Vacío

S = Celda / Función de Interruptor Pasante

M = Celda / Función de Medida

CBT = Cuadro de Baja Tensión

## APLICACIONES

## Centros de Transformación Ormazabal

- Seguros
- Respetuosos con el Medio Ambiente
- Sostenibles
- Ergonómicos

en **Generación:**

- Parques eólicos
- Instalaciones fotovoltaicas
- Cogeneraciones
- etc.

en **Distribución:**

- Distribución pública y privada.
- Entornos industriales.
- Grandes infraestructuras: aeropuertos, ferrocarriles, autopistas, puertos, túneles, etc.
- Estaciones Depuradoras de Aguas
- Instalaciones con telemando incorporado.
- Instalaciones con telemedida.
- Posibilidad de Centros de Transformación a prueba de arco interno, clase IAC, mediante acuerdo fabricante-cliente.
- Soluciones prefabricadas según norma UNE-EN 62271-202, montadas de acuerdo a procedimientos controlados y ensayadas en fábrica.
- Asociación con una amplia gama de centros **Ormazabal** para la proyectos urbanísticos y soluciones técnicas: C.T. Prefabricados, Centros de Maniobra y Seccionamiento, etc.



PFU-3



PFU-4



PFU-5



PFU-7

➔ Nota: Para otras configuraciones consultar a nuestro Departamento Técnico-Comercial



## NORMAS APLICADAS

- Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación (**RCE, Ministerio de Industria y Energía, Real Decreto 3275/1982**)
- Normas particulares de Compañía Eléctrica.

## INSTALACIÓN

El edificio **PFU** se suministra totalmente montado de fábrica, lo que conlleva un proceso de instalación simple.

La factibilidad de realizar en fábrica íntegramente la instalación de la aparataje eléctrica disminuye tiempos y ofrece una calidad uniforme.



Nota: Para la realización de la excavación y la instalación solicitar la documentación técnica necesaria a nuestro Departamento Técnico-Comercial.  
Es responsabilidad del instalador el cálculo y la realización de la red de tierras exterior

## ADAPTACIÓN AL ENTORNO

**Ormazabal** dispone de diferentes tipos de acabados superficiales exteriores (colores, texturas y relieves) para los **PFU**, que les confiere una gran capacidad de armonización estética al entorno, integración y mimetización.

Con esto se consigue una mayor adaptación al conjunto de necesidades de la instalación, a la vez que se minimiza el impacto visual.

	RAL 1015		RAL 8017
	RAL 7002		RAL 9002
	RAL 6003		RAL 1001
	RAL 8022		RAL 1006
	RAL 3022		RAL 8023



Nota: Información ampliada en su catálogo correspondiente.





## PF edificio modular tipo caseta para centros de transformación

### PRESENTACIÓN

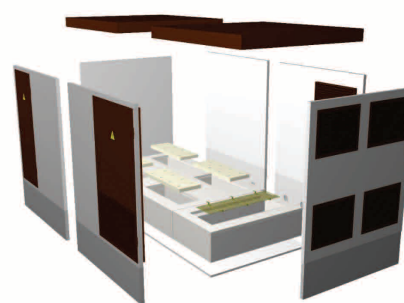
El edificio **PF** es una envolvente modular de hormigón tipo caseta para **Centros de Transformación** de **Ormazabal** de instalación en superficie y maniobra interior de hasta 36 kV, constituidos por componentes independientes suministrados de fábrica e instalados de forma conjunta.

### COMPOSICIÓN

Los **Centros de Transformación** de **Ormazabal** en edificio **PF** se componen de:

- Aparameta de MT con aislamiento integral en gas: Sistema CGMCOSMOS (hasta 24 kV) y sistema CGM.3 (36 kV).
- Unidades de protección, control y medida (telemando, telemedida, control integrado, telegestión, etc.) de Ormazabal.
- Transformador/es de distribución de MT/BT de llenado integral en dieléctrico líquido de hasta 1000 kVA<sup>(1)</sup> de potencia unitaria.
- Aparameta de BT: Cuadro/s de Baja Tensión de hasta 8 salidas por cuadro.
- Interconexiones directas por cable MT y BT.
- Circuito de puesta a tierra.
- Circuito de alumbrado y servicios auxiliares.
- Edificio modular de hormigón PF.

➔ (1) Para otros valores consultar a nuestro Departamento Técnico-Comercial.



### NORMAS APLICADAS

- Reglamento sobre Centrales Eléctricas, Subestaciones y Centros de Transformación
- Normas particulares de Compañía Eléctrica

### APLICACIONES

en **Generación**:

- Parques eólicos, Instalaciones fotovoltaicas, etc.

en **Distribución**:

- Centros de Reparto
- Centros de Transformación Ormazabal:
  - Distribución pública y privada.
  - Entornos industriales.
  - Grandes infraestructuras.
  - Instalaciones permanentes / temporales.
  - Instalaciones con telemedida.
  - Proyectos urbanísticos y soluciones técnicas asociados con C.T. Prefabricados, Centros de Maniobra y Seccionamiento, etc.

## Modelos PF



PF-203/303



PF-2030/3030



PF-202/302



PF-2015/3015

PF Hasta 24 kV		Serie PF-201/301					Serie PF-2015/3015	
	Paneles:	PF-201	PF-202	PF-203	PF-204	PF-205	PF-2015	PF-2030
Longitud	[mm]	2620	4880	7240	9600	11960	3700	7240
Anchura	[mm]	2520	2620	2620	2620	2620	2620	2620
Altura	[mm]	3200	3200	3200	3200	3200	3200	3200
Altura vista	[mm]	2650	2650	2650	2650	2650	2650	2650
Peso*	[kg]	9000	26100	22500	29200	35900	13500	23550

PF Hasta 36 kV		Serie PF-201/301						Serie PF-2015/3015	
	Paneles:	PF-301	PF-302	PF-303	PF-304	PF-305	PF-3015	PF-3030	PF-3035
Longitud	[mm]	2620	4880	7240	9600	11960	3700	7240	8420
Anchura	[mm]	2520	2620	2620	2620	2620	2620	2620	2620
Altura	[mm]	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600	3600
Altura vista	[mm]	3050	3050	3050	3050	3050	3050	3050	3050
Peso*	[kg]	10000	17400	24100	31200	38300	15000	25650	28050

Dimensiones puerta de acceso personal: 900 (24 kV) / 1100 (36 kV) x 2100 mm.

Dimensiones puerta de transformador: 1260 x 2100 mm.

\* Peso sin tener en cuenta las puertas, rejillas ni equipo eléctrico





# ORMAZABAL

Especialistas en Media Tensión

## DEPARTAMENTO TÉCNICO-COMERCIAL

Tel: +34 91 695 92 00

Fax: +34 91 681 64 15

[www.ormazabal.es](http://www.ormazabal.es)

### Productos, aplicaciones, soluciones:

- Aparamenta de distribución primaria
- Aparamenta de distribución secundaria
- Automatización, protección, telemando y comunicaciones en redes eléctricas
- Transformadores de distribución
- Cuadros de Baja Tensión
- Centros de transformación
- Aplicaciones de Media Tensión para energías renovables

Como consecuencia de la constante evolución de las normas y los nuevos diseños, las características de los elementos contenidos en este catálogo están sujetas a cambios sin previo aviso.

Estas características, así como la disponibilidad de los materiales, sólo tienen validez bajo la confirmación de nuestro departamento Técnico-Comercial.

